



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0030389

(51)⁷ B23K 35/00; B23K 35/365; C22C 19/00; (13) B
B23K 35/02

(21) 1-2014-03121 (22) 27/03/2013
(86) PCT/EP2013/056500 27/03/2013 (87) WO 2013/144194 A1 03/10/2013
(30) 12161742.7 28/03/2012 EP
(45) 25/12/2021 405 (43) 25/02/2015 323A
(73) ALFA LAVAL CORPORATE AB (SE)
Box 73, S-221 00 Lund, Sweden
(72) SJÖDIN, Per (SE); WALTER, Kristian (SE).
(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)

(54) HỖN HỢP ĐỂ HÀN VẺY CỨNG, PHƯƠNG PHÁP HÀN VẺY CỨNG, SẢN PHẨM TRUNG GIAN DÙNG CHO PHƯƠNG PHÁP NÀY VÀ SẢN PHẨM THU ĐƯỢC BẰNG PHƯƠNG PHÁP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian để ghép nối và phủ bằng cách hàn vẩy cứng, sản phẩm này chứa kim loại thường và hỗn hợp của bo và silic, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C, và sản phẩm này có ít nhất một phần lớp hỗn hợp trên bề mặt của kim loại thường, trong đó bo trong hỗn hợp được chọn từ nguồn bo, và silic trong hỗn hợp được chọn từ nguồn silic, và trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng. Sáng chế còn đề cập đến sản phẩm trung gian được lắp ráp, sản phẩm trung gian được lắp ráp, phương pháp hàn vẩy cứng, sản phẩm được hàn vẩy cứng, sản phẩm trung gian để hàn vẩy cứng, sản phẩm được hàn vẩy cứng sơ bộ, hỗn hợp để hàn vẩy cứng và sơn chứa hỗn hợp của bo và silic.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian để ghép nối và/hoặc phủ bằng cách hàn vảy cứng. Sáng chế còn đề cập đến sản phẩm trung gian được xếp chồng, sản phẩm trung gian được lắp ráp, phương pháp hàn vảy cứng, sản phẩm được hàn vảy cứng thu được bằng phương pháp này, sản phẩm được hàn vảy cứng sơ bộ, hỗn hợp để hàn vảy cứng và sơn chứa hỗn hợp của bo và silic.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày nay, có nhiều phương pháp khác nhau để ghép nối các hợp kim có nhiệt độ nóng chảy cao với nhau. Ở đây, nhiệt độ cao dùng để chỉ nhiệt độ nóng chảy cao hơn 900°C. Một phương pháp được sử dụng phổ biến là hàn. Hàn là phương pháp trong đó vật liệu nền được làm nóng chảy khi có hoặc không có vật liệu bổ sung, nghĩa là sự tạo ra sản phẩm đúc bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lại. Phương pháp ghép nối khác là hàn vảy cứng. Trong quá trình hàn vảy cứng, chất hàn vảy cứng được đưa vật liệu nền, và chất hàn vảy cứng này được làm nóng chảy trong quá trình hàn ở nhiệt độ cao hơn 450°C, nghĩa là tạo ra mặt phân cách lỏng ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ pha lỏng của vật liệu nền cần được ghép nối. Khi hàn vảy cứng, mặt phân cách lỏng cần có độ thấm ướt và độ chảy tốt. Hàn vảy mềm là quá trình trong đó hai hoặc nhiều chi tiết kim loại được ghép nối với nhau bằng cách làm nóng chảy và làm chảy kim loại hàn, nghĩa là hợp kim hàn, vào mối nối, hợp kim hàn có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của chi tiết gia công. Trong quá trình hàn vảy cứng, kim loại hàn nóng chảy ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ nóng chảy của hợp kim hàn nhưng kim loại của chi tiết gia công không nóng chảy. Sự khác biệt giữa hàn vảy mềm và hàn vảy cứng là dựa vào nhiệt độ nóng chảy của hợp kim hàn. Nhiệt độ 450°C thường được sử dụng làm điểm mô tả thực tế giữa hàn vảy mềm và hàn vảy cứng.

Khi hàn vảy cứng, chất hàn vảy cứng được phủ để tiếp xúc với khoảng trống hoặc khe hở giữa vật liệu nền cần được ghép nối. Trong quá trình nung nóng, chất hàn

vảy cứng nóng chảy và điền đầy khe hở cần được ghép nối. Quá trình hàn vảy cứng có ba giai đoạn chính, trong đó giai đoạn thứ nhất được gọi là giai đoạn vật lý. Giai đoạn vật lý này bao gồm làm thấm ướt và làm chảy chất hàn vảy cứng. Giai đoạn thứ hai thường xảy ra ở nhiệt độ ghép nối cho trước. Trong giai đoạn này, có sự tương tác chất rắn-chất lỏng kèm theo sự chuyển khối đáng kể. Thể tích vật liệu nền nằm sát ngay kim loại hàn dạng lỏng sẽ hòa tan hoặc được cho phản ứng với kim loại hàn dạng lỏng trong giai đoạn này. Đồng thời, một lượng nhỏ các nguyên tố của pha lỏng xâm nhập vào vật liệu nền dạng rắn. Sự phân bố lại này của các thành phần trong vùng mối nối dẫn đến sự thay đổi thành phần của kim loại hàn, và đôi khi, thay đổi sự bắt đầu hóa rắn của kim loại hàn. Giai đoạn cuối cùng, chòng chéo với giai đoạn hai, được đặc trưng bởi sự tạo ra vi cấu trúc của mối nối thu được và xảy ra trong quá trình hóa rắn và làm nguội mối nối.

Phương pháp có liên quan chặt chẽ đến quá trình hàn và hàn vảy cứng là phương pháp hàn vảy cứng khuếch tán (diffusion brazing: DFB) còn được gọi là phương pháp tạo liên kết pha lỏng tạm thời (Transient Liquid-phase: TLP), hoặc phương pháp tạo liên kết bằng cách khuếch tán hoạt hoá (Activated Diffusion Bonding: ADB). Đôi khi phương pháp tạo liên kết bằng cách khuếch tán được đề cập nhưng phương pháp tạo liên kết bằng cách khuếch tán dùng để chỉ phương pháp hàn vảy cứng bằng cách khuếch tán hoặc phương pháp hàn bằng cách khuếch tán và hiện nay phương pháp tạo liên kết bằng cách khuếch tán được cho là thuật ngữ không chuẩn.

Quá trình hàn vảy cứng bằng cách khuếch tán (DFB), tạo liên kết pha lỏng tạm thời (TLP), hoặc tạo liên kết bằng cách khuếch tán hoạt hoá (ADB) là quá trình làm kết tụ hoặc ghép nối các kim loại bằng cách nung nóng chúng đến nhiệt độ hàn vảy cứng thích hợp mà khi đó hoặc kim loại hàn đã được bố trí trước sẽ nóng chảy hoặc chảy nhờ tác dụng mao dẫn hoặc pha lỏng sẽ được tạo ra tại chỗ giữa hai bề mặt tiếp xúc với nhau. Trong trường hợp thứ nhất, kim loại hàn khuếch tán vào vật liệu nền cho đến khi các tính chất lý học và cơ học của mối nối gần như giống hệt các tính chất lý học và cơ học của kim loại thường. Hai khía cạnh cơ bản của phương pháp DFB, TLP, hoặc ADB là:

- cần tạo ra chất lỏng và chất lỏng này trở nên có hoạt tính ở vùng ghép nối; và

- cần có sự khuếch tán rộng của các nguyên tố kim loại hàn vào vật liệu nền.

Các cách để thu được mối nối gần giống hoặc giống hệt với mối nối thu được khi sử dụng phương pháp DFB, TLP, hoặc ADB, trong khi vẫn có ưu điểm của phương pháp hàn vảy cứng, ví dụ, có khả năng hàn vảy cứng đối với các khe hở lớn, v.v., là bằng cách sử dụng kỹ thuật hàn vảy cứng và các chất hàn vảy cứng đã được bộc lộ trong các công bố đơn quốc tế như WO 2002/38327, WO 2008/060225 và WO 2008/060226. Bằng cách sử dụng chất hàn vảy cứng, nghĩa là hợp kim hàn vảy cứng, có thành phần gần giống với vật liệu nền nhưng có bổ sung thêm các thành phần làm giảm điểm nóng chảy, ví dụ, silic và/hoặc bo và/hoặc phospho, mối hàn vảy cứng sẽ có thành phần gần giống với vật liệu nền sau khi hàn vảy cứng do chất hàn vảy cứng có thành phần tương tự với vật liệu nền, chất hàn vảy cứng trộn lẫn với vật liệu nền do sự hoà tan của vật liệu nền và các thành phần làm giảm điểm nóng chảy khuếch tán vào vật liệu nền.

Có nhiều lý do để chọn phương pháp ghép nối nhất định, như chi phí, năng suất, độ an toàn, tốc độ và các đặc tính của sản phẩm ghép nối thu được. Các môđun-E được gắn chặt sẽ làm giảm nguy cơ ứng suất cao trong vật liệu có môđun-E cao hơn khi vật liệu này chịu tải. Khi hệ số giãn nở do nhiệt giống nhau sẽ làm giảm ứng suất do nhiệt gây ra. Khi điện thế hoá giống nhau sẽ làm giảm nguy cơ ăn mòn.

Việc sử dụng chất hàn, nghĩa là các hợp kim, khi ghép nối các kim loại thường là quy trình phức tạp. Chất hàn này cần phải ở dạng có thể được phủ lên kim loại thường trước khi nung nóng. Thông thường, các chất hàn dạng hạt được tạo ra theo cách thích hợp bằng phương pháp phun mù, nhưng các chất hàn này cũng có thể ở dạng lá kim loại được tạo ra bằng phương pháp “kéo sợi nóng chảy”, nghĩa là hóa rắn nhanh (rapid solidification: RS). Liên quan đến quá trình RS, chỉ một số lượng hạn chế các chế phẩm có thể được tạo ra bằng quá trình này. Số lượng chế phẩm có thể được tạo thành hạt, tức là tạo thành bột, là lớn hơn và quá trình sản xuất bột thông thường được thực hiện bằng cách phun mù. Khi các chất hàn ở dạng bột, chúng thường được kết hợp với các chất kết dính để tạo ra bột nhão, bột nhão này có thể được phủ lên kim loại thường theo cách thích hợp bất kỳ. Việc sản xuất lá kim loại hoặc bột hợp kim là các quá trình phức tạp và do đó đắt tiền. Khi bột được sử dụng, bột này thích hợp để phủ ở dạng bột nhão như đã nêu trên đây, điều này sẽ làm tăng thêm bước bổ sung cho quy trình do bột nhão cần được trộn lẫn với chất kết dính và các thành phần khác để

tạo ra các đặc tính có lợi cho bột nhão. Đối với cả hai quy trình, cần tiến hành một lượng lớn công việc để thu được dạng, tính chất, hình dạng và thành phần thích hợp của chất hàn trước khi làm nóng chảy và ghép nối.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một mục đích của sáng chế là làm giảm các bước tiến hành khi ghép nối các kim loại thường. Mục đích khác của sáng chế là đơn giản hoá việc ghép nối các kim loại thường và do đó giảm chi phí.

Có thể có lợi nếu chọn các chất hàn vảy cứng có thành phần gần giống với vật liệu nền, do vật liệu nền này đã được chọn theo mục đích của sản phẩm. Nếu có thể thực hiện và chi phí không bị giới hạn, sẽ tốt hơn nếu phát triển một chất hàn vảy cứng dùng cho mỗi vật liệu nền. Do đó, mục đích khác của sáng chế là làm giảm lượng chất hàn vảy cứng cần thiết.

Theo đó, sáng chế đề cập đến giải pháp cho các vấn đề kỹ thuật và mục đích nêu trên bằng khái niệm hàn vảy cứng mới và sáng tạo.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến hỗn hợp để hàn vảy cứng các mối nối trong sản phẩm chứa kim loại thường và/hoặc để phủ sản phẩm chứa kim loại thường, trong đó kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C. Hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic. Hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng và trong đó hỗn hợp này còn chứa ít nhất một chất kết dính được chọn từ nhóm bao gồm các dung môi, nước, các loại dầu, các loại gel, các loại sơn, sơn dầu, các chất kết dính trên cơ sở các monome và/hoặc các polyme.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất sản phẩm trung gian để ghép nối và/hoặc phủ bằng cách hàn vảy cứng. Sản phẩm trung gian này là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, trong đó kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C. Sản phẩm trung gian này còn chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, và hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian có thể được hàn vảy cứng sơ bộ theo cách sao cho kim loại thường và lớp hỗn hợp trên bề mặt được cho tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rãnh của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rãnh của kim loại thường. Lớp hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra trên kim loại thường trong bước hàn vảy cứng sơ bộ. Hợp kim hàn vảy cứng trong lớp bề mặt này chứa hỗn hợp của bo (B) và silic (Si) và kim loại thường.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian được lắp ráp để hàn vảy cứng. Sản phẩm được lắp ráp này là các tấm được lắp ráp sao cho lớp bề mặt của các tấm hoặc tiếp xúc với kim loại thường trên tấm này hoặc tiếp xúc với lớp bề mặt khác trên tấm khác. Các tấm có thể không có lớp bề mặt, có một lớp bề mặt, có hai lớp bề mặt hoặc tổ hợp các phương án này. Điều này có nghĩa là sản phẩm được lắp ráp có thể có $n-1$ tấm có một lớp bề mặt và tấm cuối cùng không có lớp bề mặt. Ví dụ khác có thể là có một hoặc nhiều tấm mà không có lớp bề mặt ở giữa và được lắp ráp trên cả hai mặt của tấm giữa, các tấm này có thể là tấm có một lớp bề mặt hoặc hai lớp bề mặt hoặc cả hai loại này. Các tấm có thể được hàn vảy cứng sơ bộ. Các tấm này có thể được lắp ráp theo nhiều cách khác nhau.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian đã được lắp ráp để hàn vảy cứng bao gồm một hoặc nhiều sản phẩm trung gian, trong đó ít nhất một sản phẩm trung gian có độ dày $\geq 1\text{mm}$, đây là trường hợp trong đó các tấm có độ dày lớn hơn 1mm hoặc khi các chi tiết có độ dày lớn hơn 1mm, và trong đó sản phẩm trung gian đã lắp ráp có ít nhất một lớp bề mặt tiếp xúc với các chi tiết làm bằng kim loại thường hoặc tiếp xúc với ít nhất một lớp bề mặt của chi tiết trước khi hàn vảy cứng, và thu được các mối hàn vảy cứng trong vùng tiếp xúc sau khi hàn vảy cứng.

Theo khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề cập đến sản phẩm đã hàn vảy cứng hoặc lắp ráp được lắp ráp thu được bằng cách hàn vảy cứng sản phẩm trung gian đã lắp ráp hoặc lắp ráp, trong đó sản phẩm trung gian đã lắp ráp hoặc lắp ráp được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1250°C trong lò chân không, trong khí trơ, hoặc dưới áp suất giảm, hoặc trong điều kiện kết hợp các môi trường này để tạo ra các mối hàn vảy cứng giữa các tấm được xếp chồng hoặc bề mặt tiếp xúc của sản phẩm trung gian đã lắp ráp. Hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp, và hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy này được vận chuyển đến các

vùng mối nối chủ yếu từ các vùng lân cận, nhờ lực mao dẫn. Theo một ví dụ khác, sản phẩm có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1200°C. Theo một ví dụ khác, sản phẩm có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1100°C. Theo một ví dụ khác, sản phẩm có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1250°C.

Theo khía cạnh thứ bảy, sáng chế đề cập đến phương pháp hàn vảy cứng sản phẩm, trong đó phương pháp này bao gồm các bước sau:

(i) phủ hỗn hợp trên các tấm hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C, hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng;

(ii) thu được sản phẩm trung gian;

(iii) tùy ý, cho sản phẩm trung gian thu được từ bước (ii) tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rắn của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường để thu được lớp hợp kim hàn vảy cứng trên bề mặt của kim loại thường trong bước hàn vảy cứng sơ bộ;

(iv) lắp ráp hoặc xếp chồng sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii) với một hoặc nhiều sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii), hoặc lắp ráp hoặc xếp chồng sản phẩm này với một hoặc nhiều chi tiết hoặc tấm không chứa hỗn hợp của silic và bo để thu được sản phẩm đã được lắp ráp hoặc xếp chồng;

(v) hàn vảy cứng sản phẩm đã lắp ráp hoặc xếp chồng thu được từ bước (iv) ở nhiệt độ thấp hơn 1250°C trong lò chân không, trong khí trơ, hoặc dưới áp suất giảm, hoặc trong điều kiện kết hợp các môi trường này; và

(vi) thu được sản phẩm đã hàn vảy cứng.

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề cập đến sản phẩm được hàn vảy cứng thu được bằng phương pháp theo khía cạnh thứ bảy.

Theo khía cạnh thứ chín, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian dùng để hàn vảy cứng các thiết bị trao đổi nhiệt, các thiết bị phản ứng dạng tấm, các chi tiết của các thiết bị phản ứng, các chi tiết của các thiết bị tách, các chi tiết của các thiết bị lắng gạn,

các chi tiết của các bơm, các chi tiết của các van, v.v..

Theo khía cạnh thứ mười, sáng chế đề cập đến sản phẩm được hàn vảy cứng sơ bộ dùng để hàn vảy cứng là các tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C , sản phẩm được hàn vảy cứng sơ bộ này thu được bằng cách phủ lớp hỗn hợp trên bề mặt của tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng, trong đó kim loại thường và lớp bề mặt được cho tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rắn của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường, và lớp hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra trên bề mặt của các tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường.

Sáng chế còn đề cập đến hỗn hợp để hàn vảy cứng các mối nối chứa kim loại thường và để phủ kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C , và hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Theo một phương án, hỗn hợp này cũng có thể chứa bột kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Hỗn hợp trong sơn có thể chứa các hạt có cỡ hạt $< 50\mu\text{m}$.

Sáng chế còn đề cập đến sơn chứa hỗn hợp của bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng, và tùy ý chứa bột kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C , và sơn này còn chứa ít nhất một chất kết dính được chọn từ nhóm bao gồm các dung môi, nước, các loại dầu, các loại gel, các loại sơn, sơn dầu, các chất kết dính trên cơ sở các monome và/hoặc các polyme.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện tấm dập hình tròn được sử dụng trong các ví dụ.

Fig.2 thể hiện đồ thị kết quả của “phép tính gần đúng”.

Fig.3 thể hiện đồ thị trong đó chiều rộng mỗi nối được vẽ đồ thị theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ ($\text{g}/3500\text{mm}^2$), cùng với các đường xu hướng.

Fig.4 thể hiện đồ thị khác trong đó diện tích điền đầy của mỗi hàn vảy cứng được tính dựa trên chiều rộng được vẽ đồ thị theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ ($\text{g}/3500\text{mm}^2$), cùng với các đường xu hướng.

Fig.5 thể hiện đồ thị khác trong đó tỷ lệ % mẫu được thử nghiệm kéo trong đó mỗi nối chắc hơn hoặc chắc bằng tấm vật liệu được vẽ đồ thị theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ ($\text{g}/3500 \text{ mm}^2$), cùng với các đường xu hướng.

Fig.6 thể hiện ảnh chụp một trong số các mẫu thử nghiệm sau khi ghép nối.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần sau đây, sáng chế sẽ được giải thích bằng cách sử dụng các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6. Các hình vẽ này được đưa ra nhằm mục đích minh họa sáng chế và không giới hạn phạm vi của sáng chế.

Fig.1 thể hiện tấm dập hình tròn, có đường kính 42mm, độ dày 0,4mm và được làm bằng thép không gỉ loại 316L. Tấm dập này có hai gờ được dập chữ V và H, mỗi gờ có chiều dài khoảng 20mm. Gờ chữ V hoặc v là ký hiệu viết tắt cho gờ trái và gờ chữ H hoặc h là ký hiệu viết tắt cho gờ phải, và v và h được sử dụng trong các Ví dụ 5 và 9 dưới đây.

Fig.2 thể hiện đồ thị kết quả của phép tính gần đúng 1 dựa trên diện tích mặt cắt ngang của các mẫu thử nghiệm được hàn vảy cứng. Mặt cắt ngang trên Fig.2 thể hiện gờ dập ở phía trên của Fig.2. Ở phía dưới của Fig.2 là tấm phẳng là tấm được phủ trước đó. Trong ống mao dẫn giữa gờ và bề mặt tấm phẳng, mỗi nối được tạo ra. Để ước tính lượng hợp kim hàn vảy cứng tạo ra trong mỗi nối, các phép tính gần đúng và tính toán sau đây được thực hiện. Thể tích ở tâm mỗi nối được cho là không đáng kể. Do đó, thể tích hợp kim hàn vảy cứng của các mối nối theo chiều rộng, nghĩa là chiều rộng B nhỏ hơn hoặc bằng 1,21mm, được đặt bằng 0. Trên các mặt ngoài của gờ, nghĩa là $((X - B)/2)$, hợp kim hàn vảy cứng tạo ra được tích tụ. Do đó, hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy được vận chuyển nhờ lực mao dẫn đến vùng mỗi nối chủ yếu là từ các vùng lân cận để tạo ra thể tích hợp kim hàn vảy cứng của các tam giác.

Theo Fig.2, có thể tính diện tích bằng cách ước lượng rằng hai tam giác được tạo ra trên mỗi phía của phần tâm mỗi nối. Góc trong tam giác đo được là khoảng 28° . Tổng chiều rộng đo được là X và chiều rộng của phần tâm là B. Do đó, tổng diện tích (A) của hai tam giác là $A = 2 \times (((X - B)/2) \times ((X - B)/2) \times \tan(\alpha))/2$, nghĩa là theo Fig. 2, $A = 2 \times (((X - 1,21)/2) \times ((X - 1,21)/2) \times \tan(28))/2$. Tổng thể tích của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra mà chảy tới khe hở sẽ bằng diện tích này nhân với chiều dài của hai gờ. Một số hợp kim hàn vảy cứng tạo ra không chảy tới khe hở và nằm lại trên bề mặt.

Fig.3 thể hiện đồ thị trong đó chiều rộng đo được theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ ($\text{g}/3500\text{mm}^2$) cùng với các đường xu hướng. Kết quả của các thử nghiệm mỗi hàn được thể hiện trong Bảng 8 và 9 của Ví dụ 5 và trên Fig.3. Các đường xu hướng được thể hiện trên Fig.3 là dựa trên hàm số $Y = K \times X + L$. Kết quả chiều rộng đo được và diện tích gần đúng được thể hiện trên đồ thị trên Fig.3. Lượng hỗn hợp được phủ, xem Bảng 8 và 9, nằm trong khoảng từ $0,06 \text{ g}/3500\text{mm}^2$ đến $0,96\text{g}/3500\text{mm}^2$, tương ứng với $0,017\text{mg}/\text{mm}^2$ đến $0,274\text{mg}/\text{mm}^2$, tương đương với lượng hỗn hợp được phủ nằm trong khoảng từ 1,3 đến $5,1\text{mg}/\text{mm}^2$ được sử dụng trong Ví dụ 2.

Đường xu hướng $Y = K \times X + L$ của hỗn hợp được xác định, Y là chiều rộng mỗi nối, K là độ dốc của đường này, X là lượng hỗn hợp được phủ và L là hằng số, xem Fig.3. Do đó, chiều rộng của mỗi hàn vảy cứng là:

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp A3.3) = $1,554 + 9,922 \times (\text{lượng hỗn hợp A3.3 được phủ})$

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp B2) = $0,626 + 10,807 \times (\text{lượng hỗn hợp B2 được phủ})$

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp C1) = $0,537 + 8,342 \times (\text{lượng hỗn hợp C1 được phủ})$

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp F0) = $0,632 + 7,456 \times - (\text{lượng hỗn hợp F0 được phủ})$

Như quan sát được từ Fig.3, trong số các hỗn hợp A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3 và F0, hỗn hợp A3.3 tạo ra lượng hợp kim hàn vảy cứng cao nhất trong mỗi nối theo hàm

số của lượng hỗn hợp được phủ. Mẫu F0 không tạo ra mối nối đáng kể bất kỳ khi lượng phủ thấp hơn $0,20\text{g}/3500\text{mm}^2$.

Fig.4 thể hiện đồ thị khác trong đó diện tích điền đầy của mối hàn vảy cứng được tính dựa vào chiều rộng đo được theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ ($\text{g}/3500\text{mm}^2$) cùng với đường xu hướng. Đường xu hướng $Y = K \times X - L$ của hỗn hợp được xác định, Y là diện tích, K là độ dốc của đường này, X lượng hỗn hợp được phủ và L là hằng số, xem Fig.4.

Y (diện tích đối với hỗn hợp A3.3) = $4,361 \times (\text{lượng hỗn hợp A3.3 được phủ}) - 0,161$

Y (diện tích đối với hỗn hợp B2) = $3,372 \times (\text{lượng hỗn hợp B2 được phủ}) - 0,318$

Y (diện tích đối với hỗn hợp C1) = $2,549 \times (\text{lượng hỗn hợp C1 được phủ}) - 0,321$

Y (diện tích đối với hỗn hợp F0) = $0,569 \times (\text{lượng hỗn hợp F0 được phủ}) - 0,093$

Ước tính thể tích tạo ra dựa trên đồ thị được thể hiện trên Fig.4, ví dụ, đối với lượng phủ $0,18\text{g}/3500\text{mm}^2$, trừ mẫu F0, do “không tạo ra” mối hàn vảy cứng và mẫu D0.5 do dữ liệu quá ít, để thu được giá trị thể tích hợp kim hàn vảy cứng của các mẫu tạo ra trong mối nối giữa hai gờ, xem các công thức sau.

$$\text{Thể tích (A3.3)} = 0,63 \times \text{chiều dài } 40 (20 \times 2) = 25,2\text{mm}^3$$

$$\text{Thể tích (B2)} = 0,30 \times \text{chiều dài } 40 (20 \times 2) = 12,0\text{mm}^3$$

$$\text{Thể tích (C1)} = 0,12 \times \text{chiều dài } 40 (20 \times 2) = 4,8\text{mm}^3$$

$$\text{Thể tích (E0.3)} = 0,10 \times \text{chiều dài } 40 (20 \times 2) = 4,0\text{mm}^3$$

Fig.5 thể hiện đồ thị khác trong đó tỷ lệ phần trăm (%) là tỷ lệ thành công của các mẫu được thử nghiệm kéo trong đó mối nối chắc hơn hoặc chắc bằng tám vật liệu theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ, tức là số $\text{g}/3500\text{mm}^2$. Nếu tám vật liệu chắc hơn mối nối dẫn đến mối nối bị bong thì kết quả được đặt bằng 0. Đối với các mẫu mà mối nối chắc hơn tám vật liệu, sự khác nhau về kết quả sẽ không có ý nghĩa thống kê.

Fig.6 là hình ảnh thể hiện của một trong số các mẫu sau khi ghép nối. Hình ảnh

này cho thấy rằng mỗi nối tạo ra giữa hai chi tiết. Mẫu này được lấy từ Ví dụ 10.

Sáng chế đề xuất giải pháp kỹ thuật với khái niệm hàn vảy cứng mới và sáng tạo.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến hỗn hợp để hàn vảy cứng các mối nối trong sản phẩm chứa kim loại thường và/hoặc để phủ sản phẩm chứa kim loại thường, trong đó kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic. Hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng và trong đó hỗn hợp này còn chứa ít nhất một chất kết dính được chọn từ nhóm bao gồm các dung môi, nước, các loại dầu, các loại gel, các loại sơn, sơn dầu, các chất kết dính trên cơ sở các monome và/hoặc các polyme.

Theo một ví dụ, tỷ lệ của bo với silic trong hỗn hợp có thể nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Theo một ví dụ khác, tỷ lệ của bo với silic trong hỗn hợp có thể nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng. Theo một ví dụ khác, hỗn hợp này có thể có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 15:100 đến 4:10 tính theo trọng lượng.

Theo một ví dụ, hỗn hợp để hàn vảy cứng các mối nối trong sản phẩm chứa kim loại thường và/hoặc để phủ sản phẩm chứa kim loại thường, trong đó kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic. Hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng và trong đó hỗn hợp này còn chứa một chất kết dính, chất kết dính này là sơn hoặc gel.

Theo một ví dụ, hỗn hợp để hàn vảy cứng các mối nối trong sản phẩm chứa kim loại thường và/hoặc để phủ sản phẩm chứa kim loại thường, trong đó kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic. Hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng và trong đó hỗn hợp này còn chứa ít nhất một chất kết dính được chọn từ các polyeste, polyetylen, polypropylen, các polyme acrylic, các polyme (met)acrylic, rượu polyvinyl, polyvinyl axetat, polystyren.

Theo một ví dụ, các hạt của hỗn hợp chứa bo và silic, trong đó bo được chọn từ

nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic, có thể có cỡ hạt nhỏ hơn $250\mu\text{m}$. Theo một ví dụ khác, cỡ hạt có thể nhỏ hơn $160\mu\text{m}$. Theo một ví dụ khác, cỡ hạt có thể nhỏ hơn $100\mu\text{m}$. Theo một ví dụ khác, cỡ hạt có thể nhỏ hơn $50\mu\text{m}$.

Hỗn hợp chứa bo và silic có thể là loại hỗn hợp bất kỳ giữa bo và silic. Bo có thể là nguồn bo. Ví dụ về các nguồn bo có thể bao gồm bo, B_4C , B_4Si , NiB , và FeB . Silic có thể nguồn silic. Ví dụ về nguồn silic có thể bao gồm silic, FeSi , SiC , và B_4Si .

Theo một ví dụ khác, hỗn hợp để hàn vảy cứng các mối nối trong sản phẩm chứa kim loại thường và/hoặc để phủ sản phẩm chứa kim loại thường, trong đó kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng và trong đó hỗn hợp này còn chứa một chất kết dính là sơn hoặc gel.

Theo một ví dụ, hỗn hợp cũng có thể chứa bột kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C .

Theo một ví dụ, hỗn hợp có thể là sơn. Sơn này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng và trong đó hỗn hợp này còn chứa một chất kết dính, chất kết dính này là sơn.

Theo một ví dụ khác, hỗn hợp có thể là sơn. Sơn này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng. Sơn này chứa các hạt có cỡ hạt nhỏ hơn $50\mu\text{m}$ và ít nhất một chất kết dính có thể được chọn từ các polyeste, polyetylen, polypropylen, các polyme acrylic, các polyme (met)acrylic, rượu polyvinyllic, polyvinyl axetat, polystyren.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất sản phẩm trung gian để ghép nối và/hoặc phủ bằng cách hàn vảy cứng. Sản phẩm trung gian này là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, trong đó kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Sản phẩm trung gian này còn chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, và hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng.

Khái niệm hàn vảy cứng tạo ra các mối nối, ví dụ, thu được bằng cách sử dụng

hợp kim hàn vảy cứng, hợp kim hàn vảy cứng này được tạo ra trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp của bo và silic. Hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy này được vận chuyển đến các vùng mối nối chủ yếu từ các vùng lân cận, nhờ lực mao dẫn. Nhiệt độ dùng cho khái niệm hàn vảy cứng là cao hơn 900°C , nghĩa là cao hơn điểm giới hạn giữa hàn vảy mềm và hàn vảy cứng. Hợp kim hàn vảy cứng tạo ra là hợp kim chứa thành phần là các nguyên tố làm giảm nhiệt độ pha lỏng của kim loại thường. Do đó, hợp kim hàn vảy cứng có nhiệt độ pha lỏng thấp hơn nhiệt độ này của hợp kim nền.

Kim loại thường là hợp kim chứa các nguyên tố như sắt (Fe), crom (Cr), niken (Ni), molybden (Mo), mangan (Mn), đồng (Cu), v.v.. Theo một ví dụ, kim loại thường có thể được chọn từ nhóm bao gồm hợp kim trên cơ sở sắt, hợp kim trên cơ sở niken, hợp kim trên cơ sở crom và hợp kim trên cơ sở đồng. Ví dụ về các hợp kim này có thể được tìm thấy trong phần liệt kê trong Bảng 1, các kim loại thường không chỉ giới hạn ở kim loại được liệt kê này và các kim loại này chỉ là ví dụ về kim loại thường.

Theo một ví dụ, sản phẩm trung gian có thể là tấm hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Sản phẩm trung gian cũng có thể chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Kim loại thường có thể được chọn từ nhóm bao gồm hợp kim trên cơ sở sắt, hợp kim trên cơ sở niken, hợp kim trên cơ sở crom và hợp kim trên cơ sở đồng.

Theo một ví dụ khác, sản phẩm trung gian có thể là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Sản phẩm trung gian cũng có thể chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Hỗn hợp này có thể chứa một chất kết dính là sơn hoặc gel. Kim loại thường có thể được chọn từ nhóm bao gồm hợp kim trên cơ sở sắt, hợp kim trên cơ sở niken, hợp kim trên cơ sở crom và hợp kim trên cơ sở đồng.

Bảng 1

Kim loại thường	Nhiệt độ pha rắn gần đúng [°C]	Nhiệt độ pha lỏng gần đúng [°C]
Niken 200/201	1435	1445
Nicrofer 5923hMo	1310	1360
Hợp kim Hastelloy ® C-2000 ®	1328	1358
Hastelloy B3	1370	1418
Hợp kim C22	1357	1399
Inconel 625	1290	1350
Hợp kim C 276	1325	1370
Nicrofer 3033	1330	1370
Nicrofer 3127HMo	1350	1370
AL6XN	1320	1400
254SMO	1325	1400
Monel 400	1299	1348
Cu nguyên chất	1085	1085
Thép mềm	1505	1535
Thép không gỉ loại 316	1390	1440
Thép không gỉ loại 304	1399	1421

Theo một ví dụ, sản phẩm trung gian có thể là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C và kim loại thường này có thể chứa crom với lượng nằm trong khoảng từ 15 đến 22% trọng lượng, niken với lượng nằm trong khoảng từ 8 đến 22% trọng lượng, mangan với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 3% trọng lượng, silic với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,5% trọng lượng, tùy ý, molybden với lượng nằm trong khoảng

từ 1 đến 8% trọng lượng, và lượng còn lại là sắt, toàn bộ lượng này được tính theo tỷ lệ % trọng lượng. Sản phẩm trung gian cũng có thể chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng.

Theo một ví dụ khác, sản phẩm trung gian có thể là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C và kim loại thường này có thể chứa crom với lượng nằm trong khoảng từ 15 đến 22% trọng lượng, niken với lượng nằm trong khoảng từ 8 đến 22% trọng lượng, mangan với lượng nằm trong khoảng từ 0,2 đến 3% trọng lượng, silic với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5% trọng lượng, tùy ý, molybden với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 8% trọng lượng, và lượng còn lại là sắt, toàn bộ lượng này được tính theo tỷ lệ % trọng lượng. Sản phẩm trung gian cũng có thể chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng.

Theo một ví dụ khác, kim loại thường có thể chứa crom với lượng nằm trong khoảng từ 15 đến 22% trọng lượng, niken với lượng nằm trong khoảng từ 8 đến 22% trọng lượng, mangan với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 3% trọng lượng, silic với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5% trọng lượng, tùy ý, molybden với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 8% trọng lượng, và lượng còn lại là sắt.

Tùy thuộc vào hợp kim, nghĩa là kim loại thường, được sử dụng, có các kim loại thường khác nhau có nhiệt độ pha rắn khác nhau, nghĩa là điểm nhiệt độ mà khi đó vật liệu hoá rắn. Theo một ví dụ, nhiệt độ pha rắn của kim loại thường có thể cao hơn 1100°C. Theo một ví dụ khác của sáng chế, nhiệt độ pha rắn của kim loại thường có thể cao hơn 1220°C. Theo ví dụ khác, nhiệt độ pha rắn của kim loại thường có thể cao hơn 1250°C. Theo một phương án khác của sáng chế, nhiệt độ pha rắn của kim loại thường có thể cao hơn 1300°C.

Theo một ví dụ, hỗn hợp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Theo một ví dụ

khác, hỗn hợp này có thể có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng. Theo một ví dụ khác, hỗn hợp này có thể có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 15:100 đến 4:10 tính theo trọng lượng.

Hỗn hợp chứa bo và silic theo khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể là loại hỗn hợp bất kỳ giữa bo và silic. Bo có thể là nguồn bo, nguồn này có thể được chọn trong nhóm bao gồm bo, B_4C , B_4Si , NiB và FeB . Silic có thể là nguồn silic, nguồn này có thể được chọn trong nhóm bao gồm silic, $FeSi$, SiC và B_4Si .

Hỗn hợp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể chứa các hạt có cỡ hạt nhỏ hơn $250\mu m$. Theo một phương án khác, cỡ hạt có thể nhỏ hơn $160\mu m$. Theo một phương án khác, cỡ hạt có thể nhỏ hơn $100\mu m$. Theo một phương án khác nữa, cỡ hạt có thể nhỏ hơn $50\mu m$.

Theo một ví dụ, hỗn hợp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế cũng có thể chứa ít nhất một chất kết dính được chọn từ nhóm bao gồm các dung môi, nước, các loại dầu, các loại gel, các loại sơn, sơn dầu, các chất kết dính trên cơ sở các monome hoặc các polyme. Chất kết dính có thể được chọn từ các polyeste, polyetylen, polypropylen, các polyme acrylic, các polyme (met)acrylic, rượu polyvinyl, polyvinyl axetat, polystyren, v.v..

Theo một ví dụ, sản phẩm trung gian có thể là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn $1040^\circ C$. Sản phẩm trung gian cũng có thể chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Hỗn hợp này có thể chứa một chất kết dính là sơn hoặc gel.

Lớp hỗn hợp trên bề mặt có thể được phủ dưới dạng bột hoặc được phủ bằng phương pháp khác như phương pháp lắng đọng hơi vật lý (physical vapor deposition: PVD), hoặc phương pháp lắng đọng hơi hóa học (chemical vapor deposition: CVD). Phương pháp PVD là phương pháp lắng trong chân không và là thuật ngữ chung được sử dụng để mô tả phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp khác nhau để lắng màng mỏng bằng cách ngưng tụ dạng hoá hơi của vật liệu màng mong muốn trên các bề mặt của chi tiết gia công khác nhau, ví dụ, trên các tấm của thiết bị bán dẫn.

Phương pháp phủ chỉ bao gồm các quy trình vật lý như làm bay hơi trong chân không ở nhiệt độ cao và sau đó ngưng tụ, hoặc bắn phá bằng cách phóng hồ quang chứ không bao gồm phản ứng hoá học ở bề mặt cần được phủ như trong phương pháp CVD. Phương pháp CVD là quy trình hoá học được dùng để tạo ra vật liệu dạng rắn có tính năng cao và độ tinh khiết cao. Ví dụ, quy trình này được sử dụng trong ngành bán dẫn để tạo ra các màng mỏng. Trong quy trình CVD thông thường, tấm, nghĩa là lớp nền, được cho tiếp xúc với một hoặc nhiều tiền chất mà sẽ phản ứng và/hoặc phân huỷ trên bề mặt lớp nền để tạo ra lớp lắng mong muốn. Các sản phẩm phụ dễ bay hơi cũng thường được tạo ra, các sản phẩm này được loại bỏ bằng dòng khí qua buồng phản ứng.

Theo một ví dụ, sản phẩm trung gian có thể là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Sản phẩm trung gian này còn chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Lớp hỗn hợp trên bề mặt có thể được phủ dưới dạng bột. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Hỗn hợp này có thể còn chứa một chất kết dính là sơn hoặc gel.

Theo một ví dụ, sản phẩm trung gian có thể là tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Sản phẩm trung gian này còn chứa ít nhất một phần kim loại thường có lớp hỗn hợp trên bề mặt, hỗn hợp này chứa bo (B) và silic (Si), trong đó bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Lớp hỗn hợp trên bề mặt có thể được phủ dưới dạng bột. Bo và silic trong hỗn hợp này có tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 1:10 đến 7:10 tính theo trọng lượng. Hỗn hợp này có thể chứa một chất kết dính là sơn hoặc gel.

Kim loại thường theo sáng chế có thể có độ dày $< 1\text{mm}$, nghĩa là các tấm có độ dày $< 1\text{mm}$. Khi kim loại thường có độ dày $< 1\text{mm}$, hỗn hợp có thể được phủ lên kim loại thường với lượng nhỏ hơn $2,9\text{mg/mm}^2$, tốt hơn là với lượng nhỏ hơn $2,8\text{mg/mm}^2$. Ưu điểm của việc phủ với lượng nhỏ hơn $2,9\text{mg/mm}^2$, tốt hơn là với lượng nhỏ hơn $2,8\text{mg/mm}^2$ là làm giảm hoặc làm giảm nguy cơ cháy thủng các tấm này.

Kim loại thường theo sáng chế có thể có độ dày $\geq 1\text{mm}$.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian có thể được hàn vảy cứng sơ bộ theo cách sao cho kim loại thường và lớp hỗn hợp trên bề mặt được cho tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rắn của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường. Lớp hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra trên kim loại thường trong bước hàn vảy cứng sơ bộ. Hợp kim hàn vảy cứng trong lớp bề mặt này chứa hỗn hợp của bo (B) và silic (Si) và kim loại thường.

Khi sản phẩm trung gian là các tấm, lớp hỗn hợp trên bề mặt có thể ở trên một mặt của tấm này dưới dạng một lớp bề mặt, hoặc trên hai mặt của tấm này dưới dạng hai lớp bề mặt. Các tấm có thể được cắt, tạo hình, dập hoặc tổ hợp các công việc này, trước khi phủ lớp bề mặt, sau khi phủ lớp bề mặt, hoặc sau bước hàn vảy cứng sơ bộ.

Khi sản phẩm trung gian có các dạng khác, lớp hỗn hợp trên bề mặt có thể ở trên một mặt của sản phẩm này dưới dạng một lớp bề mặt, hoặc trên hai mặt của sản phẩm này dưới dạng hai lớp bề mặt, hoặc hỗn hợp này có thể ở trên vài phía của sản phẩm. Sản phẩm này có thể được cắt, tạo hình, dập hoặc tổ hợp các công việc này, trước khi phủ lớp bề mặt, sau khi phủ lớp bề mặt, hoặc sau bước hàn vảy cứng sơ bộ.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian được lắp ráp để hàn vảy cứng. Sản phẩm được lắp ráp này là các tấm được lắp ráp sao cho lớp bề mặt của các tấm hoặc tiếp xúc với kim loại thường trên tấm này hoặc tiếp xúc với lớp bề mặt khác trên tấm khác. Các tấm có thể không có lớp bề mặt, có một lớp bề mặt, có hai lớp bề mặt hoặc tổ hợp các phương án này. Điều này có nghĩa là sản phẩm được lắp ráp có thể có $n-1$ tấm có một lớp bề mặt và tấm cuối cùng không có lớp bề mặt. Ví dụ khác có thể là có một hoặc nhiều tấm mà không có lớp bề mặt ở giữa và được lắp ráp trên cả hai mặt của tấm giữa, các tấm này có thể là tấm có một lớp bề mặt hoặc hai lớp bề mặt hoặc cả hai loại này. Các tấm có thể được hàn vảy cứng sơ bộ. Các tấm này có thể được lắp ráp theo nhiều cách khác nhau.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian đã được lắp ráp để hàn vảy cứng bao gồm một hoặc nhiều sản phẩm trung gian, trong đó ít nhất một sản phẩm trung gian có độ dày $\geq 1\text{mm}$, đây là trường hợp trong đó các tấm có độ dày lớn hơn 1mm hoặc khi các chi tiết có độ dày lớn hơn 1mm , và trong đó sản phẩm

trung gian đã lắp ráp có ít nhất một lớp bề mặt tiếp xúc với các chi tiết làm bằng kim loại thường hoặc tiếp xúc với ít nhất một lớp bề mặt của chi tiết trước khi hàn vảy cứng, và thu được các mối hàn vảy cứng trong vùng tiếp xúc sau khi hàn vảy cứng.

Theo khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề cập đến sản phẩm đã hàn vảy cứng hoặc lắp ráp được lắp ráp thu được bằng cách hàn vảy cứng sản phẩm trung gian đã lắp ráp hoặc lắp ráp, trong đó sản phẩm trung gian đã lắp ráp hoặc lắp ráp được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1250°C trong lò chân không, trong khí trơ, hoặc dưới áp suất giảm, hoặc trong điều kiện kết hợp các môi trường này để tạo ra các mối hàn vảy cứng giữa các tấm được xếp chồng hoặc bề mặt tiếp xúc của sản phẩm trung gian đã lắp ráp. Hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp, và hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy này được vận chuyển đến các vùng mối nối chủ yếu từ các vùng lân cận, nhờ lực mao dẫn. Theo một ví dụ khác, sản phẩm có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1200°C . Theo một ví dụ khác, sản phẩm có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1100°C . Theo một ví dụ khác, sản phẩm có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1250°C .

Theo khía cạnh thứ bảy, sáng chế đề cập đến phương pháp hàn vảy cứng sản phẩm, trong đó phương pháp này bao gồm các bước sau:

(i) phủ hỗn hợp trên các tấm hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C , hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng,

(ii) thu được sản phẩm trung gian;

(iii) tùy ý, cho sản phẩm trung gian thu được từ bước (ii) tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rắn của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường để thu được lớp hợp kim hàn vảy cứng trên bề mặt của kim loại thường trong bước hàn vảy cứng sơ bộ;

(iv) lắp ráp hoặc xếp chồng sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii) với một hoặc nhiều sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii), hoặc lắp ráp hoặc xếp chồng sản phẩm này với một hoặc nhiều chi tiết hoặc tấm không chứa hỗn hợp của silic và bo để

thu được sản phẩm đã được lắp ráp hoặc xếp chồng;

(v) hàn vảy cứng sản phẩm đã lắp ráp hoặc xếp chồng thu được từ bước (iv) ở nhiệt độ thấp hơn 1250°C trong lò chân không, trong khí trơ, hoặc dưới áp suất giảm, hoặc trong điều kiện kết hợp các môi trường này; và

(vi) thu được sản phẩm đã hàn vảy cứng.

Theo một ví dụ, sản phẩm đã hàn vảy cứng thu được trong bước (vi) có thể có (các) mối nối thu được bằng cách tạo ra hợp kim hàn vảy cứng trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp, và vận chuyển hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy này đến vùng (các) mối nối chủ yếu từ các vùng lân cận, nhờ lực mao dẫn.

Theo một ví dụ khác, nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường có thể cao hơn 1220°C. Theo phương án khác của sáng chế, nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường có thể cao hơn 1250°C. Theo một phương án khác của sáng chế, nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường có thể cao hơn 1300°C.

Theo một ví dụ, sản phẩm thu được có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1250°C. Theo một ví dụ khác, sản phẩm này có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1200°C. Theo một ví dụ khác, sản phẩm này có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ cao hơn 1100°C. Theo một ví dụ khác, sản phẩm này có thể được hàn vảy cứng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1250°C.

Phương pháp theo sáng chế còn khác biệt ở chỗ, trong bước (iv), sản phẩm được hàn vảy cứng với kim loại thường có độ dày ≥ 1 mm, hoặc được hàn vảy cứng với kim loại thường có độ dày < 1 mm, hoặc được hàn vảy cứng với một hoặc nhiều sản phẩm trung gian theo sáng chế.

Phương pháp theo sáng chế còn khác biệt ở chỗ, sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii) được cắt, tạo hình, dập hoặc tổ hợp các công việc này để thu được các tấm, tốt hơn nếu là các tấm của thiết bị trao đổi nhiệt hoặc các tấm của thiết bị phản ứng.

Phương pháp theo sáng chế còn khác biệt ở chỗ, sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii) là tấm và trong bước (iv), các tấm này được lắp ráp để tạo ra thiết bị trao đổi nhiệt hoặc thiết bị phản ứng dạng tấm.

Phương pháp theo sáng chế còn bao gồm bước thu được sản phẩm hàn vảy cứng được chọn từ nhóm bao gồm các thiết bị trao đổi nhiệt, các thiết bị phản ứng

dạng tấm, các chi tiết của các thiết bị phản ứng, các chi tiết của các thiết bị tách, các chi tiết của các thiết bị lắng gạn, các chi tiết của các bơm, các chi tiết của các van, v.v..

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề cập đến sản phẩm được hàn vảy cứng thu được bằng phương pháp theo khía cạnh thứ bảy. Các mối nối của sản phẩm được hàn vảy cứng này thu được nhờ hợp kim hàn vảy cứng đã được tạo ra, hợp kim hàn vảy cứng này được tạo ra trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp, và chảy đến mối nối từ các vùng lân cận, ngoài các nguyên tố của vật liệu nền, các nguyên tố phát hiện được trong hợp kim hàn vảy cứng là Si, B và tùy ý C, và trong đó kim loại thường có nhiệt độ pha rắn cao hơn 1100°C.

Trong sản phẩm được hàn vảy cứng thu được bằng phương pháp theo sáng chế, thể tích của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra được tính theo công thức sau, xem thêm Fig.2:

Thể tích = tổng diện tích A x chiều dài mỗi nối

$$\text{Tổng diện tích A} = ((X - B) / 2) \times ((X - B) / 2) \times \tan \alpha$$

Trong đó A là tổng diện tích của hai tam giác, X là tổng chiều rộng của mối được tạo ra, B là phần mối nối được tạo ra trong đó thể tích của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra ở tâm mối nối là không đáng kể, và chiều cao được tính bằng cách đo góc α , là góc giữa các đường tiếp tuyến của gờ được dập với đáy.

Theo khía cạnh thứ chín, sáng chế đề cập đến sản phẩm trung gian dùng để hàn vảy cứng các thiết bị trao đổi nhiệt, các thiết bị phản ứng dạng tấm, các chi tiết của các thiết bị phản ứng, các chi tiết của các thiết bị tách, các chi tiết của các thiết bị lắng gạn, các chi tiết của các bơm, các chi tiết của các van, v.v..

Theo khía cạnh thứ mười, sáng chế đề cập đến sản phẩm được hàn vảy cứng sơ bộ dùng để hàn vảy cứng là các tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C, sản phẩm được hàn vảy cứng sơ bộ này thu được bằng cách phủ lớp hỗn hợp trên bề mặt của tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng, trong đó kim loại thường và

lớp bề mặt được cho tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rắn của hợp kim hàn vậy cứng tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường, và lớp hợp kim hàn vậy cứng được tạo ra trên bề mặt của các tấm và/hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường.

Sáng chế còn đề cập đến hỗn hợp để hàn vậy cứng các mối nối chứa kim loại thường và để phủ kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C , và hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic. Hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng. Theo một phương án, hỗn hợp này cũng có thể chứa bột kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C . Hỗn hợp trong sơn có thể chứa các hạt có cỡ hạt $< 50\mu\text{m}$.

Kim loại thường theo sáng chế là hợp kim chứa các nguyên tố như sắt (Fe), crom (Cr), niken (Ni), molybden (Mo), mangan (Mn), đồng (Cu), v.v.. Theo một phương án, kim loại thường có thể được chọn từ nhóm bao gồm hợp kim trên cơ sở sắt, hợp kim trên cơ sở niken, hợp kim trên cơ sở crom và hợp kim trên cơ sở đồng.

Sáng chế còn đề cập đến sơn chứa hỗn hợp của bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 3:100 đến 100:3 tính theo trọng lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5:100 đến 1:1 tính theo trọng lượng, và tùy ý chứa bột kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C , và sơn này còn chứa ít nhất một chất kết dính được chọn từ nhóm bao gồm các dung môi, nước, các loại dầu, các loại gel, các loại sơn, sơn dầu, các chất kết dính trên cơ sở các monome và/hoặc các polyme.

Theo một phương án, chất kết dính có thể được chọn từ các polyeste, polyetylen, polypropylen, các polyme acrylic, các polyme (met)acrylic, rượu polyvinyl, polyvinyl axetat, polystyren.

Các phương án và thay đổi khác của sáng chế được xác định trong phần yêu cầu bảo hộ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế được giải thích chi tiết hơn qua các ví dụ sau đây và các ví dụ này được đưa ra chỉ nhằm mục đích minh họa sáng chế mà không làm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Các thử nghiệm trong các ví dụ này được thực hiện để đánh giá xem silic (Si) có thể tạo ra hợp kim hàn vảy cứng hay không khi silic này được phủ trên bề mặt của mẫu thử nghiệm làm bằng kim loại thường. Ngoài ra, bo (B) với lượng khác nhau được bổ sung, do bo có thể làm giảm điểm nóng chảy của hợp kim hàn vảy cứng. Bo cũng có thể làm thay đổi tính năng thấm ướt của hợp kim hàn vảy cứng. Đặc tính của các hỗn hợp thử nghiệm cũng được đánh giá. Trong các ví dụ này, wt% là tỷ lệ phần trăm trọng lượng và atm% là tỷ lệ phần trăm của nguyên tử.

Nếu không được chỉ rõ, các mẫu thử nghiệm làm bằng kim loại nền của tất cả các thử nghiệm được rửa sạch bằng nước rửa chén và bằng axeton trước khi các mẫu hỗn hợp silic và bo được bổ sung vào mẫu thử nghiệm.

Ví dụ 1: Điều chế các mẫu hỗn hợp chứa bo và silic để thử nghiệm:

Mẫu thử nghiệm số C1 được điều chế bằng cách trộn 118,0g bột silic tinh thể có cỡ hạt lọt qua lưới số 325, 99,5% (tính theo kim loại), mã sản phẩm 7440-21-3 của công ty Alfa Aesar - Johnsson Matthey, với 13,06g bột bo tinh thể có cỡ hạt lọt qua lưới số 325, 98% (tính theo kim loại), mã sản phẩm 7440-42-8 của công ty Alfa Aesar - Johnsson Matthey và 77,0g chất kết dính Nicorobraz S-30, sản phẩm của Wall Colmonoy trong thiết bị trộn Varimixer BEAR, sản phẩm của Busch & Holm để thu được 208g bột nhào là mẫu C1. Tất cả các mẫu thử nghiệm được điều chế theo quy trình giống như mẫu C1. Các mẫu này được nêu tóm tắt trong Bảng 2.

Bảng 2

Mẫu số	Bo [g]	Silic [g]	Chất kết dính S-30 [g]	Tổng trọng lượng [g]
F0	0,00	124,7	73,3	198
E0.3	4,30	123,9	72,1	200
D0.5	6,41	121,2	75,0	203

C1	13,06	118,0	77,0	208
B2	24,88	104,5	72,81	202
A3.3	11,46	22,9	19,3	54,0

Các mẫu G15, H100, I66 và J được điều chế theo cách giống như các mẫu F0, E0.3, D0.5, C1, B2 và A3.3, chỉ khác là chất kết dính khác được sử dụng. Chất kết dính này là Nicorobraz S-20, sản phẩm của Wall Colmonoy. Các mẫu thử nghiệm này được nêu tóm tắt trong Bảng 3.

Bảng 3

Mẫu số	Bo [g]	Silic [g]	Chất kết dính S-20 [g]	Tổng trọng lượng [g]
G15	0,37	2,24	3,1	5,7
H100	4,19	0	5,3	9,5
I66	1,80	2,70	5,5	10,0
J	2,03	2,02	5,0	9,0

Tỷ lệ, tỷ lệ phần trăm trọng lượng và tỷ lệ phần trăm nguyên tử của các mẫu này cũng được tính toán như thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4

Mẫu hỗn hợp số	Tỷ lệ [trọng lượng]		Lượng [tỷ lệ % trọng lượng]		Lượng [tỷ lệ % nguyên tử]	
	Bo	Silic	Bo	Silic	Bo	Silic
F0	0	100	0	100	0	100
E0.3	3	100	3	97	8	92
D0.5	5	100	5	95	12	88
C1	10	100	9	91	21	79
B2	19	100	16	84	33	67

A3.3	33	100	25	75	46	54
G15	17	100	14	86	30	70
H100	100	0	100	0	100	0
I66	66	100	40	60	63	37
J	100	100	50	50	72	28

Xác định hàm lượng chất kết dính (polyme và dung môi) trong chất kết dính S-20 và S-30.

Hàm lượng chất “khô” trong gel cũng được thử nghiệm. Các mẫu chất kết dính S-20 và S-30 được cân và sau đó cho vào lò ở nhiệt độ 98°C trong thời gian 18 giờ. Sau khi các mẫu được lấy ra khỏi lò, chúng được cân lại. Kết quả có thể được tìm thấy trong Bảng 5.

Bảng 5

Chất kết dính	Trước khi sấy trong lò [g]	Sau khi sấy trong lò [g]	Tỷ lệ polyme [% trọng lượng]
S-20	199,64	2,88	1,44
S-30	108,38	2,68	2,47

Ví dụ 2: Thử nghiệm hàn vảy cứng

Khi thử nghiệm đặc tính chảy và thấm ướt của các chất hàn vảy cứng của giải pháp đã biết, trọng lượng chất hàn vảy cứng đã phủ là 2,0g tương ứng với 0,2g silic. Từ các hỗn hợp bo và silic được thử nghiệm, lượng tương đương của bo và silic trong các chế phẩm thử nghiệm được sử dụng. Chất hàn vảy cứng chứa silic với lượng 10% trọng lượng, do đó 0,2g hỗn hợp của bo và silic được phủ lên các mẫu thử nghiệm. Các mẫu thử nghiệm này là chi tiết hình tròn có đường kính 83mm, độ dày 0,8mm và các chi tiết thử nghiệm này được làm bằng thép không gỉ loại 316L. Do không dự đoán được rằng 0,2g hỗn hợp hàn vảy cứng sẽ tương ứng với 2g hợp kim hàn vảy cứng nên “hợp kim hàn vảy cứng tạo ra” phải được tạo ra trước tiên từ kim loại thường và Si và B. Do đó, lượng cao hơn, nghĩa là 0,4g cũng được thử nghiệm. Tính năng của “hợp

kim hàn vảy cứng tạo ra” được thử nghiệm về khả năng chảy xem nếu “hợp kim hàn vảy cứng này” không chảy, bo và silic sẽ chỉ khuếch tán vào kim loại thường hoặc thậm chí có làm nóng chảy kim loại thường hay không? Tất cả các mẫu được hàn vảy cứng trong lò chân không ở nhiệt độ 1210°C trong thời gian 1 giờ. Các thử nghiệm kép được sử dụng. Nghĩa là hai trọng lượng 0,2g và 0,4g của các mẫu thử nghiệm kép và sáu hỗn hợp khác nhau nghĩa là F0, E0.3, D0.5, C1, B2 và A3.3, tổng cộng là $2 \times 2 \times 6 = 24$ mẫu. Các hỗn hợp này được phủ trên vùng hình tròn của chi tiết kim loại, có đường kính nằm trong khoảng từ 10 đến 14mm, nghĩa là bề mặt có diện tích nằm trong khoảng từ 78 đến 154mm^2 hoặc lượng hỗn hợp phủ nằm trong khoảng từ 1,3 đến $5,1\text{mg/mm}^2$.

Kết quả

Đã quan sát được rõ ràng các chi tiết thử nghiệm của kim loại thường đã nóng chảy và một số loại hỗn hợp nóng chảy được tạo ra. Cũng đã quan sát được rằng theo một số khía cạnh, hỗn hợp nóng chảy xuất hiện dưới dạng hợp kim hàn vảy cứng chảy được thành dòng. Không xác định kích thước thấm ướt, rõ ràng là lượng bo trong hỗn hợp tăng lên làm cho khả năng thấm ướt tốt hơn. Tuy nhiên, cũng thấy rằng đối với một số mẫu, toàn bộ chiều dày của vùng đã phủ nóng chảy nên tạo thành lỗ thủng ở giữa mẫu thử nghiệm. Đối với “các mẫu 0,2g”, 5 trong số 12 mẫu thử nghiệm có lỗ thủng, và đối với “các mẫu 0,4g”, 10 trong số 12 mẫu có lỗ thủng.

Do đó, kết luận rằng không thể thay đổi từ chất hàn vảy cứng dạng bột nhão và dạng tương tự và phủ theo điểm hoặc đường thẳng bằng “lượng tương đương” của hỗn hợp bo và silic, do hỗn hợp bo và silic nóng chảy sẽ tạo ra lỗ thủng trong kim loại thường nếu mẫu thử nghiệm này mỏng, trong trường hợp này 0,8mm. Nếu mẫu thử nghiệm dày hơn được sử dụng, có thể không xuất hiện lỗ thủng nhưng “các rãnh” có thể được tạo ra trong kim loại thường. Hiện tượng này có thể được ngăn ngừa hoặc cải thiện bằng cách bổ sung kim loại thường, ví dụ dưới dạng bột, vào hỗn hợp bo và silic. Nếu chỉ silic được phủ, nghĩa là mẫu F0, kết quả thu được dường như có đặc tính chảy và thấm ướt kém hơn so với các mẫu khác trong đó cả bo và silic được phủ.

Ví dụ 3: phương pháp phủ mới

Trong ví dụ này, các tấm thử nghiệm được chuẩn bị để thử nghiệm mối hàn, thử nghiệm ăn mòn và thử nghiệm kéo đồng thời. Từ Ví dụ 2 đã kết luận được rằng có thể

có rủi ro nếu phủ hỗn hợp silic và bo theo điểm hoặc đường thẳng trên các tấm có thành mỏng. Do đó, các mẫu thử nghiệm mới được đánh giá, nghĩa là các mẫu thử nghiệm mới được phủ các hỗn hợp Si và B khác nhau để thử nghiệm mối hàn, thử nghiệm ăn mòn, và thử nghiệm kéo.

Theo đó, các mẫu thử nghiệm mới là các tấm làm bằng thép không gỉ loại 316L. Các tấm này có kích thước chiều rộng 100mm, chiều dài nằm trong khoảng 180 đến 200mm và độ dày 0,4mm. Tất cả các tấm được rửa sạch bằng nước rửa chén và bằng axeton trước khi phủ các hỗn hợp Si và B. Trọng lượng được xác định. Trên mỗi tấm, phần có chiều dài 35mm tính từ cạnh gần được che đi.

Các hỗn hợp thử nghiệm khác nhau được sử dụng là A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3, F0, G15, H100, và I66. Các tấm này được “phủ” hỗn hợp trên vùng bề mặt không được che của chúng, bề mặt này có kích thước 100mm x 35mm. Chất kết dính được sử dụng là chất kết dính S-30. Sau khi sấy trong thời gian trên 12 giờ ở nhiệt độ trong phòng, băng dính che phủ được bóc đi và trọng lượng mỗi tấm được xác định. Trọng lượng được thể hiện trong Bảng 6 dưới đây là tổng trọng lượng của hỗn hợp trên diện tích 100mm x 35mm = 3500mm² = 35cm².

Bảng 6

Tấm thử nghiệm số	Tỷ lệ B : Si [trọng lượng]	Trọng lượng của hỗn hợp + chất kết dính khô [g]	Trọng lượng của hỗn hợp Si + B mà không có chất kết dính [g]	Trọng lượng của hỗn hợp trên một đơn vị diện tích [mg/cm ²]
A3.3	33 : 100	0,0983	0,0959	2,74
B2	19 : 100	0,0989	0,0965	2,76
C1	10 : 100	0,1309	0,1277	3,65
D0.5	5 : 100	0,1196	0,1166	3,33
E0.3	3 : 100	0,0995	0,0970	2,77
H100	100 : 0	0,1100	0,1073	3,07
I66	66 : 100	0,0900	0,0878	2,51

Ví dụ 4: Thử nghiệm uốn-ăn mòn các mẫu

Các tấm thử nghiệm từ Ví dụ 3 được cắt thành các miếng mẫu có chiều rộng 35mm để tạo ra vùng bề mặt được phủ có kích thước 35mm x 35mm trên mỗi miếng. Tấm dập hình tròn được đặt lên vùng bề mặt này của các miếng. Tấm dập hình tròn này được thể hiện trên Fig.1. Tấm dập này có đường kính 42mm và độ dày 0,4mm và được làm bằng thép không gỉ loại 316L. Các mẫu thử nghiệm được hàn vảy cứng trong 1 giờ ở nhiệt độ 1210°C. Các mẫu được chuẩn bị cho thử nghiệm ăn mòn được phủ mẫu hỗn hợp A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3, H100, I66 và J, xem Bảng 4.

Các mẫu được thử nghiệm theo phương pháp thử nghiệm ăn mòn ASTM A262, "Standard Practices for Detecting Susceptibility to inter-granular Attack in Austenitic Stainless Steels". "Practice E - Copper - Copper Sulfate - Sulfuric Acid. The test for Detecting Susceptibility to Inter-granular Attack in Austenitic Stainless Steels", được chọn từ phương pháp thử nghiệm. Lý do của việc chọn thử nghiệm ăn mòn này là do sự nghi ngờ rằng bo có thể phản ứng với crom trong thép để tạo ra crom borua, chủ yếu ở vùng ranh giới hạt, và do đó sẽ làm gia tăng nguy cơ tấn công ăn mòn giữa các hạt. Các mẫu được cho vào dung dịch axit sulfuric 16% đun sôi cùng với đồng sulfat trong thời gian 20 giờ như trong tiêu chuẩn được gọi là tiêu chuẩn "thực tế" và sau đó thực hiện thử nghiệm uốn, theo chương 30 của tiêu chuẩn này.

Kết quả của thử nghiệm ăn mòn và cắt các mẫu thử nghiệm

Các mẫu thử nghiệm được thử nghiệm uốn theo phương pháp thử nghiệm ăn mòn nêu trong chương 30.1. Không mẫu nào trong số các mẫu có dấu hiệu cho thấy sự tấn công ăn mòn giữa các hạt khi quan sát các bề mặt được uốn bằng mắt thường. Sau khi thử nghiệm theo phương pháp ASTM, các mẫu thử nghiệm đã uốn được cắt, mài và đánh bóng và mặt cắt ngang được đánh giá bằng cách soi kính hiển vi quang học và theo phương pháp phổ phân tán năng lượng (Energy Dispersive Spectroscopy: EDS). Kết quả được nêu tóm tắt trong Bảng 7.

Bảng 7

Mẫu số	Quan sát bề mặt bằng mắt thường để phát hiện vết nứt do ăn mòn khi được uốn theo tiêu chuẩn ASTM	Kết quả đánh giá về mặt luyện kim của các mẫu thử nghiệm ăn mòn được cắt ngang và các mẫu thử nghiệm được uốn. Kết quả SEM-EDS
--------	--	--

A3.3	Không có vết nứt	Không có hiện tượng ăn mòn Lớp bề mặt có chiều dày tối đa 8µm có vài vết nứt. Pha có vết nứt có hàm lượng Cr và B cao, có thể là do Cr-B kết tủa.
B2	Không có vết nứt	Không có hiện tượng ăn mòn Lớp bề mặt có chiều dày tối đa 8µm có vài vết nứt. Pha có vết nứt có hàm lượng Cr và B cao, có thể là pha crom borua
C1	Không có vết nứt	Không có hiện tượng ăn mòn hoặc vết nứt
D0.5	Không có vết nứt	Không có hiện tượng ăn mòn hoặc vết nứt
E0.3	Không có vết nứt	Không có hiện tượng ăn mòn Lớp bề mặt có chiều dày tối đa khoảng 60µm có vài vết nứt. Pha có vết nứt có hàm lượng Si cao thường là <5% trọng lượng
H100	Không có vết nứt	Bề mặt và mối hàn bị ăn mòn
I66	Không có vết nứt	Không có hiện tượng ăn mòn Lớp bề mặt có chiều dày tối đa khoảng 12µm có vài vết nứt. Pha có vết nứt có hàm lượng Cr và B cao, có thể là pha crom borua
J	Không có vết nứt	Không có hiện tượng ăn mòn Lớp bề mặt có chiều dày tối đa khoảng 20µm có vài vết nứt. Pha có vết nứt có hàm lượng Cr và B cao, có thể là pha crom borua

Nhận xét

Rõ ràng là khi bổ sung bo với lượng lớn như đối với mẫu H100, J, I66, lớp dễ vỡ được tạo ra trên bề mặt. Lớp này có thể là do nồng độ của các chất kết tủa là crom borua cao, tăng lên theo lượng bo. Không phát hiện lớp dễ vỡ trong mẫu H100, có thể là do hiện tượng ăn mòn trên bề mặt. Do lượng crom borua tăng lên theo lượng bo, cũng cần lưu ý rằng đặc tính ăn mòn có thể giảm đi. Điều này sẽ giải thích tại sao mẫu H100 bị tấn công trong thử nghiệm ăn mòn. Tác dụng “tiêu cực” của bo có thể được giảm đi nhờ sử dụng lớp nền dày hơn và/hoặc thời gian khuếch tán lâu hơn. Sau đó, có thể “làm giảm” lượng bo bằng cách khuếch tán chất này vào kim loại thường. Khi

lượng bo trong các mẫu A3.3 và B2 thấp hơn, lớp bề mặt dễ vỡ mỏng hơn được tạo ra. Đã quan sát được rằng khi lượng bo trong mẫu thấp, mẫu E0.3, lớp bề mặt dễ vỡ khá dày với hàm lượng silic cao, thường là $> 5\%$ trọng lượng silic, được tạo ra. Lớp này có đặc trưng khác với bề mặt dễ vỡ của các mẫu A3.3, B2, H100, I66 và J. Tác dụng “tiêu cực” của silic có thể được giảm đi nhờ sử dụng kim loại nền dày hơn và/hoặc thời gian khuếch tán lâu hơn. Khi đó, có thể làm "giảm" lượng silic trong kim loại nền.

Ví dụ 5: thử nghiệm mối hàn đối với một số mẫu

Các mẫu thử nghiệm được chuẩn bị theo Ví dụ 3, các tấm được cắt thành các miếng mẫu có chiều rộng 35mm để tạo ra vùng bề mặt được phủ có kích thước 35mm x 35mm trên mỗi miếng mẫu này. Tấm dập hình tròn được đặt trên vùng bề mặt của các miếng mẫu này. Tấm dập hình tròn này được thể hiện trên Fig.1. Tấm này có đường kính 42mm, độ dày 0,4mm và được làm bằng thép không gỉ loại 316L. Tấm dập này có hai gờ được dập, mỗi gờ có chiều dài khoảng 20mm. Các mẫu được hàn vảy cứng trong thời gian khoảng 1 giờ ở nhiệt độ khoảng 1200 °C.

Kết quả của thử nghiệm mối hàn cho thấy rằng phát hiện được lượng hợp kim hàn vảy cứng trong vùng mối nối tạo ra giữa diện tích mặt phẳng và vùng tiếp xúc với gờ được dập của mẫu thử nghiệm được thể hiện trên Fig.1. Các hỗn hợp được phủ trên diện tích mặt phẳng trước khi nung nóng. Lượng hợp kim hàn vảy cứng được tính toán; xem Fig.2, bằng phép tính gần đúng diện tích mặt cắt ngang mẫu với hai tam giác được tạo ra trên mỗi phía của tâm mối nối. Ở phần giữa, “hợp kim hàn vảy cứng” bổ sung không tạo ra hoặc được tạo ra với lượng rất nhỏ. Diện tích của hai tam giác này có thể được tính bằng cách đo chiều cao (h) và đáy (b). Tổng diện tích của hai tam giác là $(h) \times (b)$ do có hai tam giác. Vấn đề ở đây là khó xác định chiều cao. Do đó, tác giả sáng chế sử dụng công thức sau để tích diện tích của hai tam giác:

$$A = ((X - B) / 2) \times ((X - B) / 2) \times \tan \alpha$$

A là tổng diện tích của hai tam giác, X là tổng chiều rộng của mối nối được tạo ra, B là phần mối nối được tạo ra trong đó thể tích của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra ở tâm mối nối là không đáng kể. Do đó, đáy của mỗi tam giác là $(X - B) / 2$. Chiều cao được tính bằng cách đo góc α , là góc giữa các đường tiếp tuyến của gờ được dập với đáy.

Để tính thể tích của tổng thể tích hợp kim hàn vảy cứng tạo ra và chảy tới khe

hở, chiều dài của hai gờ, nghĩa là mỗi gờ dài 20mm, được nhân với tổng diện tích.

Diện tích của hai tam giác là diện tích gần đúng sau khi hàn vảy cứng được thể hiện trong Bảng 8 và 9. Thể tích là thể tích của hợp kim hàn vảy cứng tạo ra trên một trong số các gờ. Kết quả thu được từ ví dụ thử nghiệm mỗi hàn được thể hiện trong Bảng 8 và 9, và trên Fig.3. Trong Bảng 8 và 9, v và h là ký hiệu viết tắt, v = gờ trái và h = gờ phải.

Bảng 8

Mẫu số	Lượng hỗn hợp chất kết dính Si + B được phủ [gram]	Chiều rộng [mm]	Diện tích gần đúng sau khi hàn vảy cứng [mm ²]	Thể tích [mm ³]
A3.3x-1v	0,06	2,69	0,29	5,8
A3.3x-1h	0,06	2,58	0,25	5,0
A3.3-1v	0,10	2,23	0,14	2,8
A3.3-1h	0,10	2,31	0,16	3,2
A3.3-2v	0,14	3,38	0,63	12,6
A3.3-2h	0,14	3,19	0,52	10,4
A3.3-3v	0,09	1,92	0,07	1,4
A3.3-3h	0,09	1,85	0,05	1,0
B2X-1v	0,18	2,12	0,11	2,2
B2X-1h	0,18	2,50	0,22	4,4
B2X-2v	0,15	2,31	0,16	3,2
B2X-2h	0,15	2,31	0,16	3,2
B2-1v	0,10	1,96	0,07	1,4
B2-1h	0,10	1,92	0,07	1,4
B2-2v	0,24	3,23	0,54	10,8
B2-2h	0,24	3,23	0,54	10,8

B2-3v	0,16	2,77	0,32	6,4
B2-3h	0,16	2,69	0,29	5,8
B4v	0,11	1,35	0,00	0
B4h	0,11	1,35	0,00	0

Kết quả thử nghiệm mỗi hàn đối với các mẫu A3.3 – B2/B4

Bảng 9

Mẫu số	Lượng hỗn hợp chất kết dính Si + B được phủ [g]	Chiều rộng [mm]	Diện tích gần đúng sau khi hàn vảy cứng [mm ²]	Thể tích [mm ³]
C1X-1v	0,22	2,50	0,22	4,4
C1X-1h	0,22	2,69	0,29	5,8
C1X-2v	0,33	3,08	0,46	9,2
C1X-2h	0,33	3,27	0,56	11,2
C1-1v	0,13	1,46	0,01	0,2
C1-1h	0,13	1,46	0,01	0,2
C1-2v	0,15	1,96	0,07	1,4
C1-2h	0,15	2,08	0,10	2,0
C1-3v	0,14	1,54	0,01	0,2
C1-3h	0,14	1,62	0,02	0,4
D0.5-1v	0,19	2,54	0,23	4,6
D0.5-1h	0,19	2,50	0,22	4,4
D0.5-2v	0,12	1,08	0,00	0
D0.5-2h	0,12	1,08	0,00	0
D0.5-3v	0,14	2,04	0,09	1,8
D0.5-3h	0,14	2,04	0,09	1,8
E0.3-1v	0,13	1,15	0,00	0

E0.3-1h	0,13	1,15	0,00	0
E0.3-2v	0,21	2,31	0,16	3,2
E0.3-2h	0,21	2,31	0,16	3,2
E0.3-3v	0,10	1,35	0,00	0
E0.3-3h	0,10	1,35	0,00	0
F0-1h	0,45	2,69	0,29	5,8
F0-2v	0,25	1,08	0,00	0
F0-2h	0,25	1,35	0,00	0
F0-3v	0,96	2,96	0,41	8,2
F0-3h	0,96	3,08	0,46	9,2

Kết quả thử nghiệm mỗi hàn đối với các mẫu từ C1 đến F0

Kết quả chiều rộng đo được và diện tích gần đúng được thể hiện trong các Bảng 8 và 9, và được thể hiện bằng đồ thị trên Fig.3. Lượng hỗn hợp được phủ, xem các Bảng 8 và 9, nằm trong khoảng từ 0,06g/3500 mm² đến 0,96g/3500mm². Lượng này tương ứng với khoảng 0,017mg/mm² đến 0,274mg/mm², tương đương với lượng hỗn hợp được phủ nằm trong khoảng từ 1,3 đến 5,1mg/mm² được sử dụng trong Ví dụ 2.

Đường xu hướng $Y = K \times X + L$ của các hỗn hợp được tính. Y là chiều rộng mối nối, K là độ dốc của đường này, X là lượng hỗn hợp được phủ và L là hằng số, xem Fig.3. Do đó, chiều rộng của mối hàn vảy cứng là:

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp A3.3) = 1,554 + 9,922 x (lượng hỗn hợp A3.3 được phủ)

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp B2) = 0,626 + 10,807 x (lượng hỗn hợp B2 được phủ)

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp C1) = 0,537 + 8,342 x (lượng hỗn hợp C1 được phủ)

Y (chiều rộng đối với hỗn hợp F0) = 0,632 + 7,456 x - (lượng hỗn hợp F0 được phủ)

Như quan sát được từ đồ thị, trong số các hỗn hợp A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3 và

F0, hỗn hợp A3.3 tạo ra lượng hợp kim hàn vảy cứng lớn nhất trong mỗi nồi theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ. Mẫu F0 không tạo ra mỗi nồi đáng kể bất kỳ ở lượng phủ thấp hơn 0,20g/ 3500mm².

Đường xu hướng $Y = K \times X - L$ của hỗn hợp được xác định, Y là diện tích, K là độ dốc của đường này, X là lượng hỗn hợp được phủ và L là hằng số, xem Fig.4.

Y (diện tích đối với hỗn hợp A3.3) = 4,361 x (lượng hỗn hợp A3.3 được phủ) - 0,161

Y (diện tích đối với hỗn hợp B2) = 3,372 x (lượng hỗn hợp B2 được phủ) - 0,318

Y (diện tích đối với hỗn hợp C1) = 2,549 x (lượng hỗn hợp C1 được phủ) - 0,321

Y (diện tích đối với hỗn hợp F0) = 0,569 x (lượng hỗn hợp F0 được phủ) - 0,093

Việc tính gần đúng thể tích tạo ra dựa trên đồ thị được thể hiện trên Fig.4, ví dụ, đối với lượng phủ 0,18g/3500mm², trừ mẫu F0, do “không tạo ra” mỗi hàn vảy cứng và mẫu D0.5 do dữ liệu quá ít, cho kết quả thể tích hợp kim hàn vảy cứng tạo ra trong mỗi nồi giữa hai gờ, xem phần dưới đây.

Thể tích (A3.3) = 0,63 x chiều dài 40 (20 x 2) = 25,2mm³

Thể tích (B2) = 0,30 x chiều dài 40 (20 x 2) = 12,0mm³

Thể tích (C1) = 0,12 x chiều dài 40 (20 x 2) = 4,8mm³

Thể tích (E0.3) = 0,10 x chiều dài 40 (20 x 2) = 4,0mm³

Ngoài ra, hỗn hợp có tỷ lệ bo cao hơn được thử nghiệm, ví dụ, các mẫu G15, H100, I66 và J. Tất cả các mẫu thử nghiệm này cho kết quả khá giống với hỗn hợp A3.3 và B2 xét về thể tích hợp kim hàn vảy cứng tạo ra. Tuy nhiên, mặt cắt ngang về mặt luyện kim của các mẫu hàn vảy cứng cho thấy lượng borua cao hơn. Đối với mẫu H100, tức là bo nguyên chất, còn phát hiện được trên bề mặt của pha giòn có hàm lượng crom cao có hỗn hợp được phủ trước đó. Các pha cứng có thể là pha crom borua, làm giảm hàm lượng crom trong vật liệu bao quanh, làm giảm độ bền chống ăn mòn. Đây có thể là vấn đề khi cần độ bền chống ăn mòn cao nhưng không là vấn đề

đối với các môi trường không ăn mòn. Tác dụng của bo có thể giảm đi khi thay đổi việc xử lý nhiệt và hoặc khi sử dụng kim loại nền dày hơn để có thể “hấp thụ” lượng bo lớn hơn. Đối với vật liệu có độ dày $\geq 1\text{mm}$, tác dụng “hấp thụ” bo trên bề mặt này cũng sẽ ít nghiêm trọng hơn do tỷ lệ của thể tích bề mặt so với thể tích kim loại nền là nhỏ hơn nhiều đối với vật liệu mỏng có độ dày $< 1\text{mm}$ hoặc $< 0,5\text{mm}$. Crom borua có thể có lợi nếu muốn độ bền ăn mòn tốt hơn. Thử nghiệm về mặt luyện kim cũng cho thấy rằng đối với mẫu F0, tức là silic nguyên chất, phát hiện được pha giòn và dày chứa silic, có độ dày $> 50\%$ độ dày của tấm thử nghiệm đối với một số vùng trong mẫu được thử nghiệm. Cũng phát hiện được pha tương tự trong mối nối. Phát hiện được các vết nứt trong pha này, với chiều dài $> 30\%$ độ dày của tấm thử nghiệm. Các vết nứt này sẽ làm giảm tính chất cơ học của sản phẩm được ghép nối và có thể là các điểm khởi đầu ăn mòn và/hoặc vết nứt do mỏi. Độ cứng trung bình của pha này lớn hơn 400Hv (Vickers). Độ cứng của pha giòn này có thể khó giảm đi so với pha borua, nhờ sử dụng kim loại nền dày hơn hoặc thay đổi việc xử lý nhiệt. Tuy nhiên, đối với kim loại nền dày hơn, tác dụng này có thể ít nghiêm trọng hơn.

Ví dụ 6: thử nghiệm kéo mối hàn vảy cứng

Các tấm thử nghiệm đã được phủ từ đầu được cắt thành các miếng. Tấm có kích thước chiều rộng khoảng 100mm, chiều dài từ 180 đến 200mm và độ dày 0,4mm. Diện tích được phủ của mỗi miếng là $10\text{mm} \times 35\text{mm} = 350\text{mm}^2$. Phần dày hơn có độ dày 4mm của thép không gỉ loại 316L được đặt trên diện tích phủ này để che phủ 30mm trong tổng cộng 35mm bề mặt được phủ. Phần dày hơn được đặt ở đầu của miếng mẫu để chừa lại 5mm bề mặt đã phủ không được che bằng tấm dày này. Bằng cách này, sự giảm độ bền của tấm vật liệu do hỗn hợp phủ sẽ được phát hiện khi thử nghiệm kéo nếu mối nối chắc hơn tấm. Tấm dày hơn cũng rộng hơn các mẫu có chiều dày 10mm. Tất cả các mẫu thử nghiệm được hàn vảy cứng ở nhiệt độ khoảng 1200°C trong khoảng 1 giờ.

Sau khi hàn vảy cứng, phần dày của mẫu thử nghiệm được lắp chiều ngang với phần đáy trên máy thử nghiệm kéo. Miếng mẫu hàn vảy cứng được uốn mạnh tới 90° theo hướng thẳng đứng. Các mẫu được lắp sao cho nó có thể di chuyển theo chiều ngang. Sau đó, các mẫu được cho chịu tải trọng và mối hàn vảy cứng bị bong.

Kết quả

Nếu tấm thử nghiệm chắc hơn mỗi nối dẫn đến mỗi nối bị bong thì kết quả được đặt bằng 0. Đối với các mẫu mà mỗi nối chắc hơn tấm vật liệu, sự khác nhau về kết quả sẽ không có ý nghĩa thống kê. Kết quả được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm (%) các mẫu thử nghiệm có mỗi nối chắc hơn hoặc chắc bằng tấm vật liệu theo hàm số của lượng hỗn hợp được phủ, điều này có nghĩa là mỗi nối không bị bong khi thử nghiệm. Kết quả được nêu tóm tắt trong Bảng 10 và thể hiện bằng đồ thị trên Fig.5.

Bảng 10

Lượng hỗn hợp Si + B [g]	Tỷ lệ thành công đối với hỗn hợp A3.3-1 [%]	Tỷ lệ thành công đối với hỗn hợp B2-1 [%]	Tỷ lệ thành công đối với hỗn hợp C1-1 [%]	Tỷ lệ thành công đối với hỗn hợp D0.5-1 [%]
0,0600	100			
0,0910	100			
0,0989		83		
0,1092		100		
0,1196				0
0,1309			50	
0,1399	100			
0,1402			50	
0,1428				0
0,1500		100		
0,1548			67	
0,1558		100		
0,1800		100		
0,1850				50
0,2200			100	
0,2417		100		

0,3000	100			
0,3300			100	

Ví dụ 7

Để thiết lập mối liên hệ giữa lượng hỗn hợp được phủ và nguy cơ tạo lỗ thủng qua các tấm, các thử nghiệm mới được thực hiện. Trong tất cả các thử nghiệm, hỗn hợp B2 được sử dụng, xem Bảng 6. Hỗn hợp B2 còn được bổ sung chất kết dính S-30. Các miếng mẫu thử nghiệm bằng thép không gỉ loại 316, có dạng hình tròn, độ dày 0,8mm và đường kính 83mm. Đối với tất cả các mẫu, hỗn hợp được phủ ở phần giữa của mẫu thử nghiệm. Diện tích phủ là 28mm², tức là vết hình tròn có đường kính 6mm. Tất cả các mẫu thử nghiệm được cân trước và sau khi phủ, và kết quả được nêu tóm tắt trong Bảng 11. Sau đó mẫu thử nghiệm được để ở nhiệt độ trong phòng trong 12 giờ. Các mẫu này được cân lại.

Tất cả các mẫu thử nghiệm được cho vào lò và được hàn vảy cứng ở nhiệt độ 1210°C trong thời gian khoảng 1 giờ. Trong quá trình hàn vảy cứng, chỉ có các mép ngoài của mỗi mẫu được tiếp xúc với vật liệu cố định để giữ cho bề mặt dưới ở giữa tấm không tiếp xúc với vật liệu bất kỳ trong quá trình hàn vảy cứng. Lý do của việc giữ bề mặt dưới ở giữa tấm không tiếp xúc là có thể ngăn ngừa hiện tượng sụt mỗi hàn hoặc cháy thủng nếu vật liệu ở giữa tấm được đỡ từ dưới bởi vật liệu cố định.

Kết quả về lượng hỗn hợp phủ và cháy thủng của các mẫu có độ dày 0,8mm được nêu tóm tắt trong Bảng 11.

Bảng 11

Mẫu số	Lượng hỗn hợp Si + B và chất kết dính ướt bổ sung S-30 [g]	Lượng hỗn hợp Si + B và chất kết dính ướt bổ sung S-30 [mg/mm ²]	Lượng hỗn hợp Si + B và chất kết dính khô bổ sung S-30 [mg/mm ²]	Lượng hỗn hợp Si + B không có chất kết dính [mg/mm ²]	Cháy thủng [1] hoặc [0]
1	0,020	0,714	0,464	0,453	0
2	0,010	0,357	0,232	0,226	0
3	0,040	1,429	0,928	0,905	0

4	0,030	1,0714	0,696	0,679	0
5	0,050	1,786	1,161	1,132	0
6	0,060	2,143	1,393	1,359	0
7	0,070	2,500	1,625	1,585	0
8	0,080	2,857	1,857	1,811	0
9	0,090	3,214	2,089	2,037	0
10	0,100	3,571	2,321	2,264	0
11	0,110	3,928	2,554	2,491	1
12	0,120	4,285	2,786	2,717	1
13	0,130	4,642	3,018	2,943	1
14	0,150	5,357	3,482	3,396	1
15	0,170	6,071	3,946	3,849	1
16	0,190	6,786	4,411	4,302	1
17	0,210	7,500	4,875	4,755	1
18	0,230	8,214	5,339	5,207	1
19	0,280	10,000	6,500	6,339	1
20	0,290	10,357	6,732	6,566	1

Các thử nghiệm cho thấy rằng mẫu 10 và 11 có hiện tượng cháy thủng đối với tấm có độ dày 0,8mm. Mẫu 10 có lượng hỗn hợp được phủ là 2,264 mg/mm² và mẫu 11 có lượng hỗn hợp được phủ là 2,491 mg/mm². Khi ghép nối các tấm có độ dày nhỏ hơn 1mm, các tấm có nguy cơ cháy thủng khi lượng phủ nằm trong khoảng từ 2,830 mg/mm² đến 3,114 mg/mm², lượng phủ nằm giữa khoảng này là 2,972 mg/mm². Do đó, đối với tấm có độ dày nhỏ hơn 1mm, lượng phủ nhỏ hơn 2,9 mg/mm² sẽ là thích hợp để tránh làm cháy thủng tấm.

Ví dụ 8

Trong Ví dụ 8, mỗi hàn vảy cứng giữa hai tấm của thiết bị trao đổi nhiệt được

dập được tạo ra theo ba cách khác nhau. Độ dày các tấm của thiết bị trao đổi nhiệt là 0,4 mm.

Trong các mẫu thử nghiệm thứ nhất và thứ hai, chất hàn vảy cứng trên cơ sở sắt có thành phần gần giống thép không gỉ loại 316 được sử dụng, xem Công bố đơn quốc tế số WO 2002/38327. Chất hàn vảy cứng này có lượng silic khoảng 10% trọng lượng, lượng bo khoảng 0,5% trọng lượng và lượng Fe giảm còn khoảng 10,5% trọng lượng. Trong mẫu thử nghiệm thứ nhất, chất hàn vảy cứng được phủ theo đường thẳng và trong mẫu thử nghiệm thứ hai, chất hàn vảy cứng được phủ đều trên bề mặt. Trong cả hai trường hợp, chất hàn được phủ sau khi dập tấm.

Sau khi hàn vảy cứng, mẫu thử nghiệm 1 cho thấy rằng chất hàn vảy cứng được phủ theo đường thẳng sẽ chảy tới các mối hàn vảy cứng. Một số chất hàn vảy cứng không chảy tới mối hàn vảy cứng và do đó làm tăng cục bộ độ dày ở đường phủ. Đối với mẫu thử nghiệm 2, chất hàn vảy cứng chảy tới các mối hàn vảy cứng, tuy nhiên một số chất hàn vảy cứng ở lại trên bề mặt và làm tăng độ dày. Trong các mẫu thử nghiệm 1 và 2, lượng chất hàn vảy cứng bổ sung tương ứng với khoảng 15% trọng lượng tấm vật liệu.

Trong mẫu thử nghiệm 3, hỗn hợp A3.3 được sử dụng, xem Bảng 6. Hỗn hợp này được phủ trước khi ép đều trên tấm. Hỗn hợp được phủ với lượng để sẽ tạo ra mối hàn vảy cứng có kích thước tương tự như đối với các mẫu thử nghiệm 1 và 2.

Mẫu thử nghiệm 3 được phủ đều một lớp hỗn hợp có độ dày tương ứng với khoảng 1,5% trọng lượng của tấm vật liệu. Nhờ việc phủ hỗn hợp A3.3, hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra từ kim loại nền và hợp kim hàn vảy cứng này sẽ chảy tới các mối hàn vảy cứng. Do đó, độ dày của tấm giảm đi do vật liệu nền bị hòa tan và kéo tới mối hàn vảy cứng so với hỗn hợp được bổ sung trên bề mặt.

Ví dụ 9: Thử nghiệm với nguồn Si và nguồn B khác nhau

Các thử nghiệm trong Ví dụ 9 được tiến hành để đánh giá các nguồn bo và nguồn silic thay thế. Hỗn hợp B2 được chọn làm hỗn hợp đối chứng cho các thử nghiệm, xem Bảng 6. Các nguồn thay thế được thử nghiệm về khả năng tạo mối nối của chúng. Đối với mỗi thử nghiệm, nguồn bo thay thế hoặc nguồn silic thay thế được thử nghiệm. Khi sử dụng nguồn thay thế, sự ảnh hưởng của nguyên tố còn lại được cho là bằng 0, tức là chỉ có trọng lượng của bo hoặc silic trong nguồn thay thế được

“xác định”, xem Bảng 12. Đối với hỗn hợp đối chứng B2, tỷ lệ trọng lượng giữa silic và bo là 10:2, tổng cộng là 12g. Mỗi hỗn hợp được trộn lẫn với nhau cùng với chất kết dính S-30 và hỗn hợp này được phủ trên tấm thép theo Ví dụ 1. Tất cả các mẫu được hàn vảy cứng trong lò chân không ở nhiệt độ 1210°C trong thời gian 1 giờ.

Bảng 12

Mẫu	Nguồn thay thế	Lượng nguồn [Si] bổ sung [g]	Lượng nguồn [B] bổ sung [g]	Lượng [Si] tương ứng [g]	Lượng [B] tương ứng [g]
Si - B	Si - B	10,0	2,0	10,0	2,0
Si - B ₄ C	B ₄ C	10,0	2,6	10,0	2,0
Si - FeB	FeB	10,1	12,5	10,1	2,0
FeSi - B	FeSi	30,2	2,0	10,1	2,0
Si - NiB	NiB	10,1	13,0	10,1	2,0

Đường xu hướng $Y = K \times X + L$ đối với hỗn hợp B2 được xác định, Y là chiều rộng mỗi nối, K là độ dốc của đường này đối với hỗn hợp B2, X là lượng hỗn hợp được phủ và L là hằng số khi không phủ hỗn hợp B2, xem Fig.3. Do đó, chiều rộng của mỗi hàn vảy cứng $Y = 0,626 + 10,807 \times (\text{lượng hỗn hợp được phủ})$.

Trong Bảng 13, v và h là ký hiệu viết tắt, v= gờ trái và h = gờ phải như trong Ví dụ 5.

Bảng 13

Mẫu	Lượng phủ [g]	Chiều rộng mỗi nối theo tính toán, Y [mm ²]	Chiều rộng mỗi nối đo được [mm ²]
Si - B ₄ C - v	0,22	3,0	2,69
Si - B ₄ C - h	0,22	3,0	2,88
Si - FeB - v	0,26	3,4	1,73
Si - FeB - h	0,26	3,4	1,73
FeSi - B - v	0,29	3,8	2,1

FeSi – B - h	0,29	3,8	2,1
Si – NiB - v	0,39	4,8	2,69
Si – NiB - h	0,39	4,8	2,88

Kết quả trong Bảng 13 cho thấy rằng có thể sử dụng B₄C, NiB và FeB làm nguồn thay thế cho bo. Nếu NiB được sử dụng, lượng hợp kim hàn vảy cứng tạo ra là nhỏ hơn so với bo nguyên chất. Tuy nhiên, NiB có thể được sử dụng nếu cần tạo hợp kim Ni.

Ví dụ 10- Thử nghiệm đối với các kim loại thường

Trong Ví dụ 10, lượng lớn các kim loại thường khác nhau được thử nghiệm. Tất cả các thử nghiệm, trừ thép mềm và hợp kim Ni-Cu, được thử nghiệm theo thử nghiệm Y.

Đối với thử nghiệm Y, hai mẫu thử nghiệm hình tròn được dập có độ dày khoảng 0,8mm được xếp chồng lên nhau. Mỗi mẫu có gờ được dập hình tròn. Mặt trên của các gờ này được đặt hướng vào nhau để tạo ra khe hở tròn giữa các mẫu. Đối với mỗi mẫu, hỗn hợp B2 chứa chất kết dính S-20 được phủ bằng chổi sơn. Trọng lượng hỗn hợp được phủ không được xác định do lớp phủ thu được khi sử dụng chổi sơn sẽ không đồng đều. Ảnh chụp một trong số các mẫu sau khi ghép nối được thể hiện trên Fig.6.

Các mẫu thép mềm và mẫu Ni-Cu được phủ theo cách tương tự. Tuy nhiên, đối với thép mềm, các thử nghiệm được tiến hành như “thử nghiệm mối hàn” trong Ví dụ 5 và thử nghiệm đối với Ni-Cu được thực hiện với hai mẫu thử nghiệm phẳng. Tất cả các mẫu, trừ mẫu Ni-Cu, được “hàn vảy cứng” trong lò ở nhiệt độ khoảng 1200°C, ví dụ 1210°C, trong thời gian 1 giờ trong lò chân không. Mẫu Ni-Cu được hàn vảy cứng ở nhiệt độ khoảng 1130°C trong thời gian khoảng 1 giờ trong cùng lò chân không này. Sau khi “hàn vảy cứng”, mối nối giữa các mẫu của tất cả các thử nghiệm được tạo ra và cũng quan sát được sự chảy của “hợp kim hàn vảy cứng” gồm vật liệu nền, tới mối nối đối với tất cả các mẫu thử nghiệm. Kết quả được thể hiện trong Bảng 14.

Bảng 14

Mẫu kim loại thường số	Cr [% trọng lượng]	Fe [% trọng lượng]	Mo [% trọng lượng]	Ni [% trọng lượng]	Cu [% trọng lượng]	Mn [% trọng lượng]	Sau khi hàn vảy cứng có tạo ra mối nối không?	Sau khi hàn vảy cứng có sự chảy của hợp kim hàn vảy cứng không?
1	-	0,3	-	99	-	0,2	Có	Có
2	21	0,6	16	62	0,4	-	Có	Có
3	22	0,7	16	59	1,6	-	Có	Có
4	0,6	1,9	29	68	0,2	-	Có	Có
5	21	4,4	13	58	-	-	Có	Có
6	19	5,0	9,0	63	0,4	-	Có	Có
7	15	5,5	17	60	-	0,3	Có	Có
8	1,1	5,6	28	63	0,6	0,4	Có	Có
9	19	6,2	2,6	70	1,7	0,4	Có	Có
10	33	32	1,7	33	0,4	0,6	Có	Có
11	27	33	6,5	32	1,1	1,4	Có	Có
12	27	36	3,4	32	1,0	1,4	Có	Có
13	24	44	7,2	23	0,3	1,5	Có	Có
14	20	48	4,3	25	1,1	1,2	Có	Có
15	19	50	6,3	25	0,2	-	Có	Có
16	20	54	6,5	19	0,6	0,4	Có	Có
17	29	64	2,4	3,5	-	-	Có	Có
18	28	66	2,2	3,5	-	-	Có	Có
19	0,3	1,1	-	66	31	1,6	Có	Có
20	0,17	99,5	-	-	-	0,3	Có	Có

Kết quả nêu trong Bảng 14 cho thấy rằng hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra giữa hỗn hợp và kim loại nền của mỗi mẫu từ 1 đến 20. Các kết quả này cũng cho thấy rằng mỗi nối được tạo ra đối với mỗi mẫu thử nghiệm.

Các ví dụ thực hiện sáng chế cho thấy rằng bo là thành phần cần thiết để tạo ra lượng đáng kể hợp kim hàn vảy cứng, hợp kim này có thể điền đầy các mối nối và cũng tạo độ bền cho mối nối. Các ví dụ này cũng cho thấy rằng bo là thành phần cần thiết đối với vi cấu trúc, do phát hiện được pha dày dễ vỡ đối với các mẫu không chứa bo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hỗn hợp để hàn vảy cứng các mối nối trong các sản phẩm chứa kim loại thường và/hoặc để phủ các sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C, trong đó hỗn hợp này bao gồm bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này bao gồm bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 15:100 đến 4:10 tính theo trọng lượng, và trong đó hỗn hợp này còn bao gồm ít nhất một chất dính kết được chọn từ nhóm bao gồm các dung môi, nước, các loại dầu, các loại gel, các loại sơn, sơn dầu, các chất dính kết trên cơ sở các monome và/hoặc các polyme.
2. Hỗn hợp theo điểm 1, trong đó ít nhất một chất dính kết được chọn từ các polyeste, polyetylen, polypropylen, các polyme acrylic, các polyme (met)acrylic, rượu polyvinyllic, polyvinyl axetat, polystyren.
3. Hỗn hợp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các hạt của hỗn hợp có cỡ hạt nhỏ hơn 250µm.
4. Hỗn hợp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nguồn bo được chọn từ bo, B₄C, B₄Si, NiB và FeB, và nguồn silic được chọn từ silic, FeSi, SiC và B₄Si.
5. Hỗn hợp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hỗn hợp này còn bao gồm các bột kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C.
6. Hỗn hợp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hỗn hợp này là sơn.
7. Sản phẩm trung gian để ghép nối và/hoặc phủ bằng cách hàn vảy cứng, trong đó sản phẩm này bao gồm tấm và/hoặc chi tiết của các sản phẩm chứa kim loại thường và hỗn hợp của bo và silic, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C, và sản phẩm trung gian này có ít nhất một phần lớp hỗn hợp trên bề mặt của kim loại thường, trong đó hỗn hợp này được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.
8. Sản phẩm trung gian theo điểm 7, trong đó kim loại thường có độ dày < 1mm và hỗn hợp được phủ trên kim loại thường với lượng trung bình nhỏ hơn 2,9mg/mm².
9. Sản phẩm trung gian theo điểm 7, trong đó kim loại thường có độ dày ≥ 1mm.
10. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó chất dính kết được chọn từ nhóm bao gồm các polyeste, polyetylen, polypropylen, các

polyme acrylic, các polyme (met)acrylic, rượu polyvinyl, polyvinyl axetat, polystyren.

11. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10, trong đó hỗn hợp chứa các hạt có cỡ hạt $< 250\mu\text{m}$, tốt hơn là $< 160\mu\text{m}$, tốt hơn nữa là hỗn hợp này chứa các hạt có cỡ hạt $< 50\mu\text{m}$.

12. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 11, trong đó lớp bề mặt được phủ dưới dạng bột hỗn hợp hoặc bằng phương pháp được chọn từ phương pháp lắng phun, phương pháp lắng đọng hơi vật lý hoặc phương pháp lắng đọng hơi hóa học.

13. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 12, trong đó kim loại thường được chọn từ nhóm bao gồm các hợp kim trên cơ sở sắt, các hợp kim trên cơ sở niken, các hợp kim trên cơ sở crom và các hợp kim trên cơ sở đồng.

14. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 13, trong đó kim loại thường chứa crom với lượng nằm trong khoảng từ 15 đến 22% trọng lượng, niken với lượng nằm trong khoảng từ 8 đến 22% trọng lượng, mangan với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 3% trọng lượng, silic với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,5% trọng lượng, tùy ý, molybden với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 8% trọng lượng, và lượng còn lại là sắt.

15. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 14, trong đó nguồn bo được chọn trong nhóm bao gồm bo, B_4C , B_4Si , NiB và FeB , và nguồn silic được chọn trong nhóm bao gồm silic, FeSi , SiC và B_4Si .

16. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 15, trong đó kim loại thường và lớp bề mặt được cho tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rắn của hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường, và lớp hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra trên bề mặt của kim loại thường.

17. Sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 16, trong đó các tấm được cắt, tạo hình, dập hoặc kết hợp các bước này trước khi phủ lớp bề mặt, sau khi phủ lớp bề mặt hoặc sau khi tạo ra hợp kim hàn vảy cứng trên bề mặt của kim loại thường.

18. Sản phẩm trung gian được lắp ráp để hàn vảy cứng bao gồm một hoặc nhiều sản

phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 17, trong đó ít nhất một sản phẩm trung gian có độ dày ≥ 1 mm, và trong đó sản phẩm trung gian đã lắp ráp này có ít nhất một lớp bề mặt tiếp xúc với bề mặt của ít nhất một kim loại thường hoặc tiếp xúc với ít nhất một lớp bề mặt trước khi hàn vảy cứng, và sau khi hàn vảy cứng, thu được (các) mối hàn vảy cứng.

19. Sản phẩm đã hàn vảy cứng được lắp ráp thu được bằng cách hàn vảy cứng sản phẩm trung gian được lắp ráp theo điểm 18, trong đó sản phẩm trung gian được lắp ráp này được hàn vảy cứng ở nhiệt độ thấp hơn 1250°C trong lò chân không, trong khí trơ, hoặc dưới áp suất giảm, hoặc trong điều kiện kết hợp các môi trường này để tạo ra các mối hàn vảy cứng của hợp kim hàn vảy cứng giữa các tấm được xếp chồng hoặc giữa các bề mặt tiếp xúc của sản phẩm trung gian đã lắp ráp, trong đó hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp, và hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy này được vận chuyển đến vùng mối nối chủ yếu từ các vùng lân cận, nhờ lực mao dẫn.

20. Phương pháp hàn vảy cứng sản phẩm bao gồm các bước sau:

(i) phủ hỗn hợp lên các tấm hoặc chi tiết của sản phẩm chứa kim loại thường, kim loại thường này có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C , hỗn hợp này chứa bo và silic, bo được chọn từ nguồn bo, và silic được chọn từ nguồn silic, trong đó hỗn hợp này chứa bo và silic với tỷ lệ của bo với silic nằm trong khoảng từ 15:100 đến 4:10 tính theo trọng lượng,

(ii) thu được sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 17;

(iii) tùy ý, cho sản phẩm trung gian thu được từ bước (ii) tiếp xúc với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ở đường rắn của hợp kim hàn vảy cứng được tạo ra và thấp hơn nhiệt độ ở đường rắn của kim loại thường, và tạo ra lớp hợp kim hàn vảy cứng trên bề mặt của kim loại thường;

(iv) lắp ráp hoặc xếp chồng sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii) với một hoặc nhiều sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii), hoặc lắp ráp hoặc xếp chồng sản phẩm này với một hoặc nhiều chi tiết không chứa hỗn hợp của silic và bo, và thu được sản phẩm đã lắp ráp hoặc xếp chồng;

(v) hàn vảy cứng sản phẩm đã lắp ráp hoặc xếp chồng thu được từ bước (iv) đến

nhệt độ thấp hơn 1250°C trong lò chân không, trong khí trơ, hoặc dưới áp suất giảm, hoặc trong điều kiện kết hợp các môi trường này; và

(vi) thu được sản phẩm đã hàn vảy cứng.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó sản phẩm đã hàn vảy cứng thu được trong bước (vi) có (các) mối nối thu được bằng cách tạo ra hợp kim hàn vảy cứng trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp, và vận chuyển hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy này đến vùng mối nối chủ yếu từ các vùng lân cận, nhờ lực mao dẫn.

22. Phương pháp theo điểm 20 hoặc 21, trong đó trong bước (iv), sản phẩm thu được từ bước (ii) hoặc (iii) được hàn vảy cứng với kim loại thường có độ dày ≥ 1 mm, hoặc được hàn vảy cứng với kim loại thường có độ dày < 1 mm, hoặc được hàn vảy cứng với một hoặc nhiều sản phẩm trung gian theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 18.

23. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 22, trong đó kim loại thường có độ dày < 1 mm và hỗn hợp được phủ trên kim loại thường với lượng trung bình nhỏ hơn 2,9 mg/mm² tính theo lượng silic và bo.

24. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 23, trong đó sản phẩm được hàn vảy cứng thu được được chọn từ nhóm bao gồm các thiết bị trao đổi nhiệt, các thiết bị phản ứng dạng tấm, các chi tiết của các thiết bị phản ứng, các chi tiết của các thiết bị tách, các chi tiết của các thiết bị lắng gạn, các chi tiết của các bơm, và các chi tiết của các van.

25. Sản phẩm được hàn vảy cứng thu được bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 24, trong đó (các) mối nối của sản phẩm được hàn vảy cứng thu được bằng hợp kim hàn vảy cứng, hợp kim hàn vảy cứng này được tạo ra trong quá trình làm nóng chảy kim loại thường và hỗn hợp, và hợp kim hàn vảy cứng ở dạng nóng chảy này được vận chuyển đến vùng mối nối chủ yếu từ các vùng lân cận, nhờ lực mao dẫn.

26. Sản phẩm được hàn vảy cứng theo điểm 25, trong đó ngoài các nguyên tố của kim loại thường, các nguyên tố phát hiện được trong hợp kim hàn vảy cứng là Si, B và tùy ý, C, và trong đó kim loại thường có nhiệt độ ở đường rắn cao hơn 1040°C.

27. Sản phẩm được hàn vảy cứng theo điểm 25 hoặc 26, trong đó sản phẩm này được chọn từ nhóm bao gồm các thiết bị trao đổi nhiệt, các thiết bị phản ứng dạng tấm, các chi tiết của các thiết bị phản ứng, các chi tiết của các thiết bị tách, các chi tiết của các thiết bị lắng gạn, các chi tiết của các bơm, các chi tiết của các van.

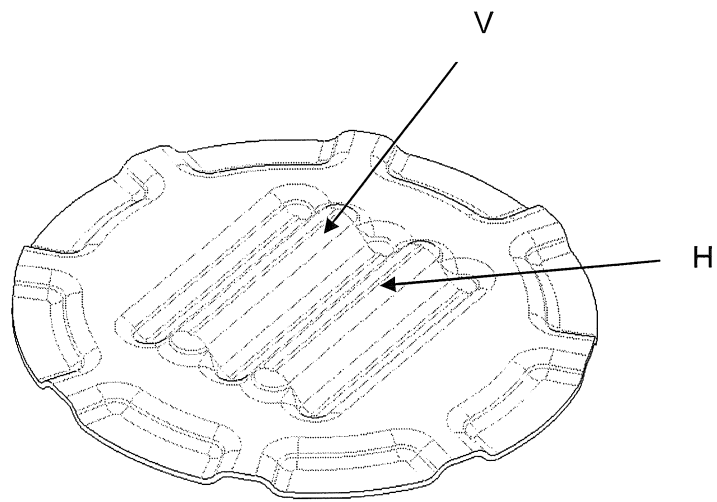


Fig.1

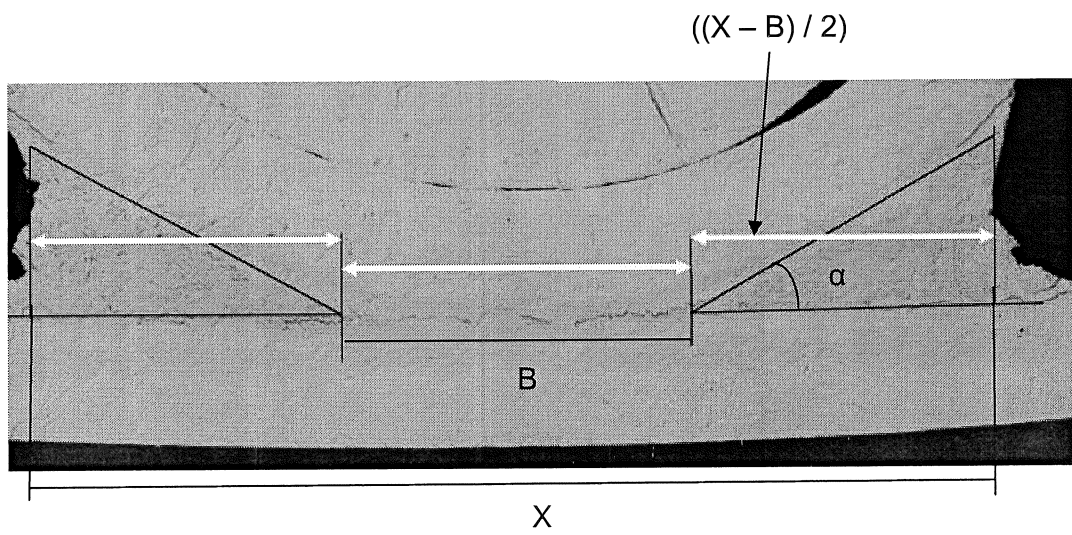


Fig.2

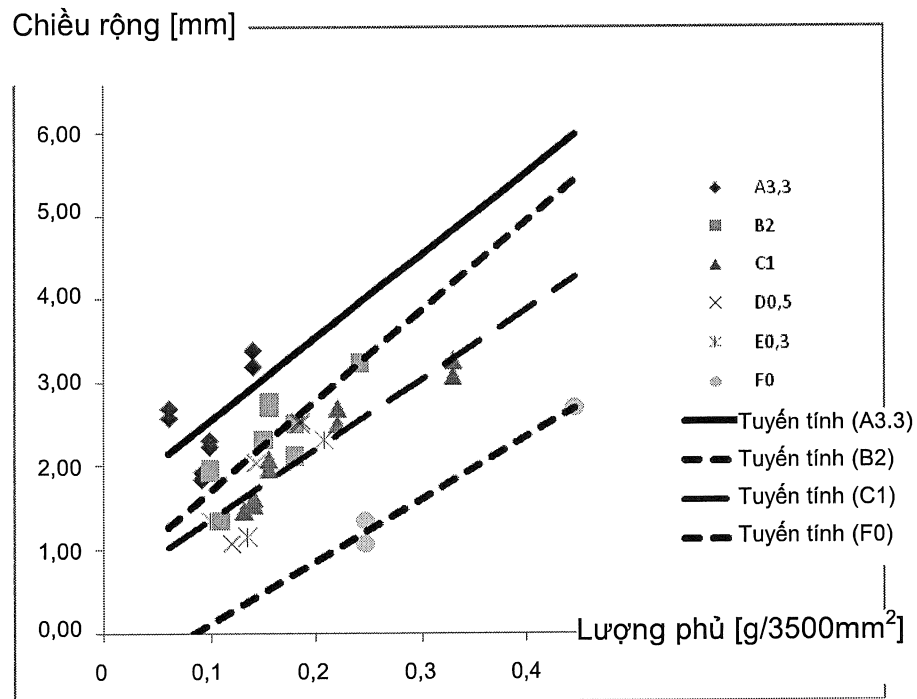


Fig.3

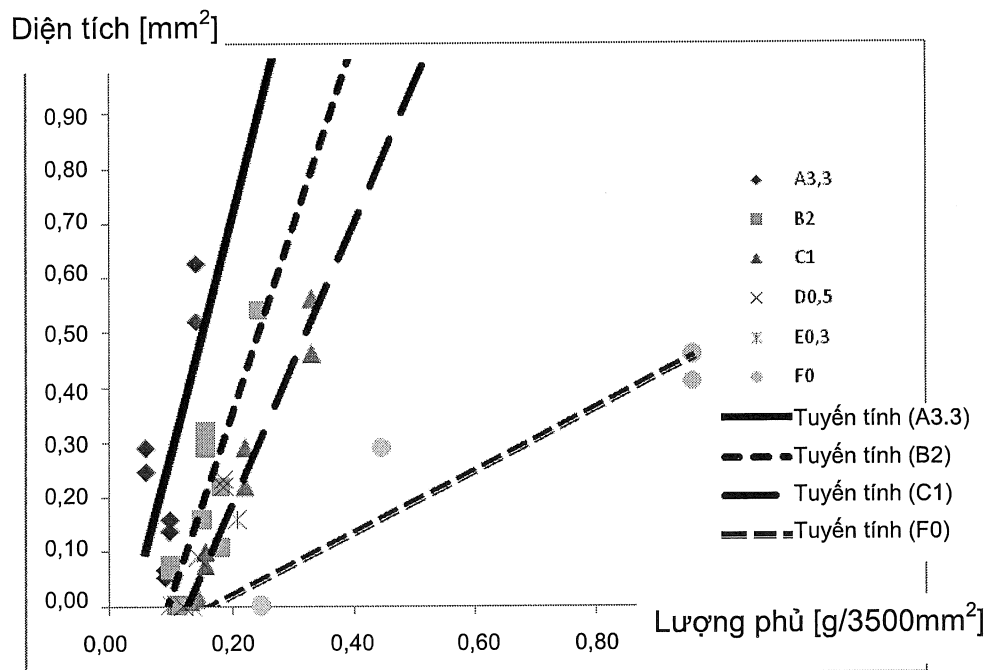


Fig.4

Tỷ lệ thành công [%]

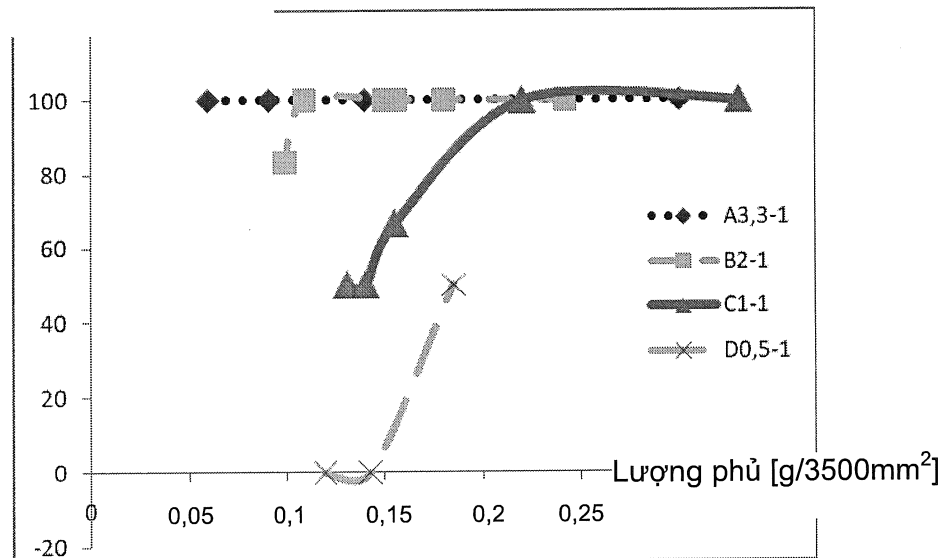


Fig.5



Fig.6